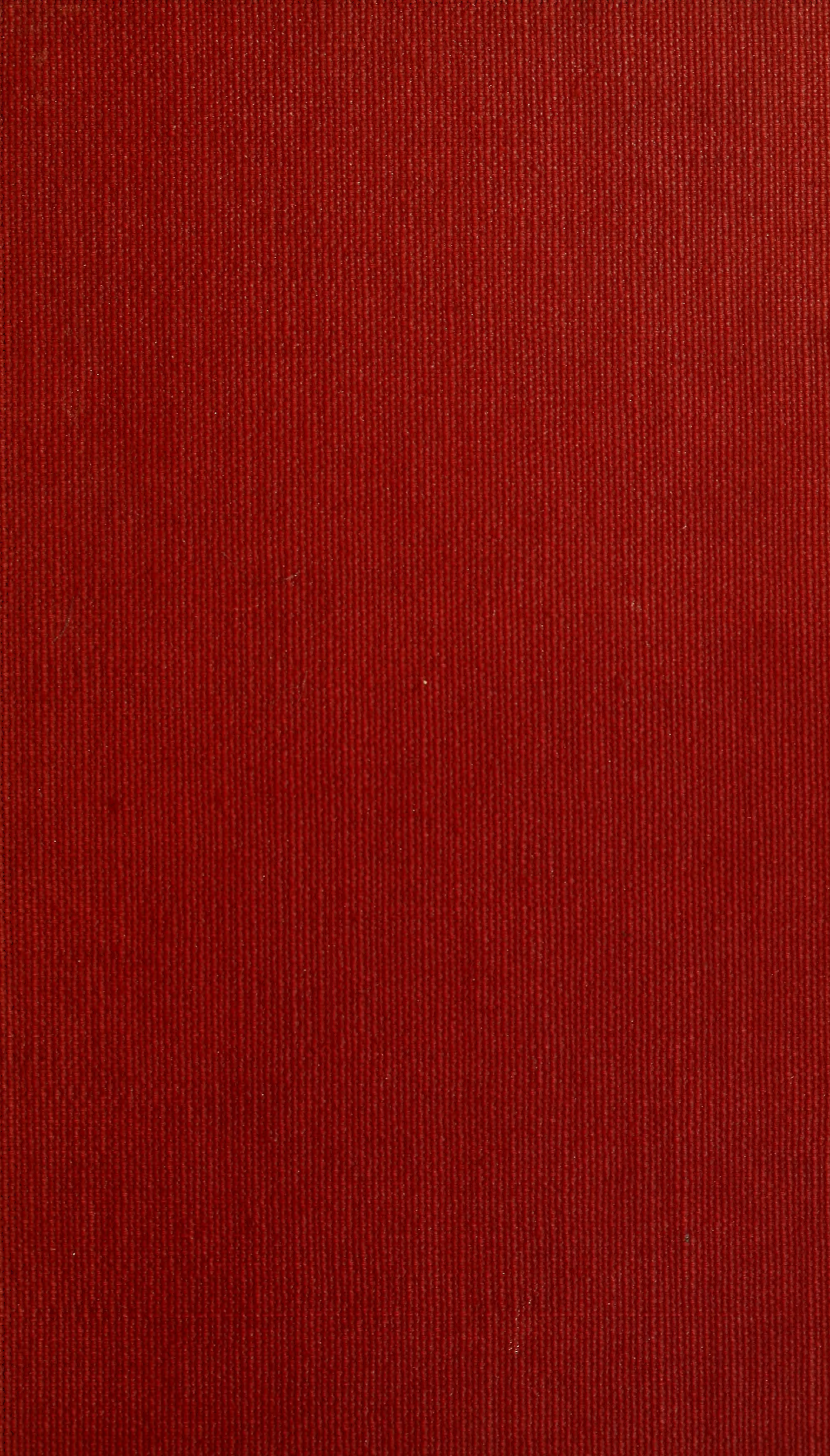
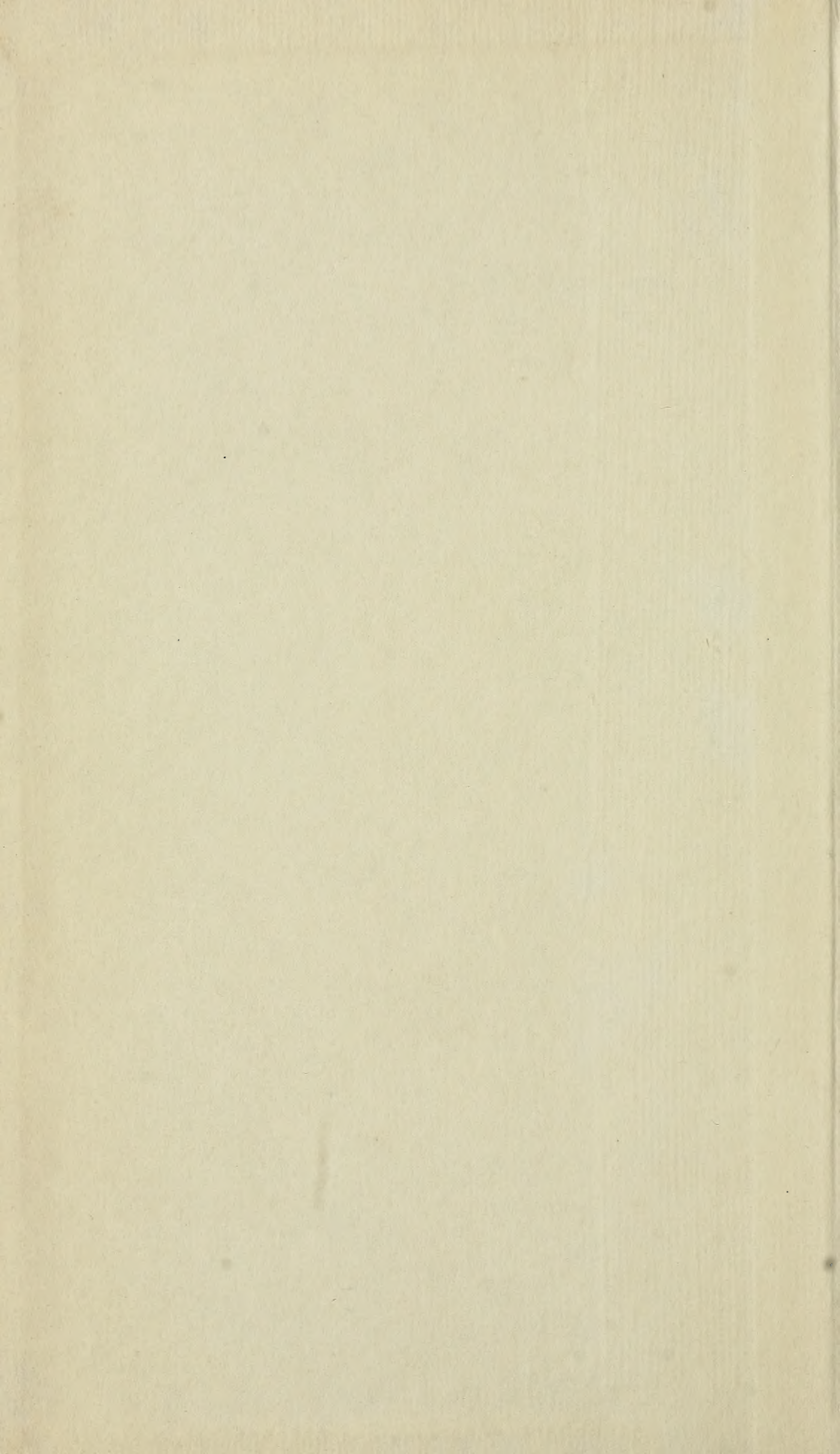
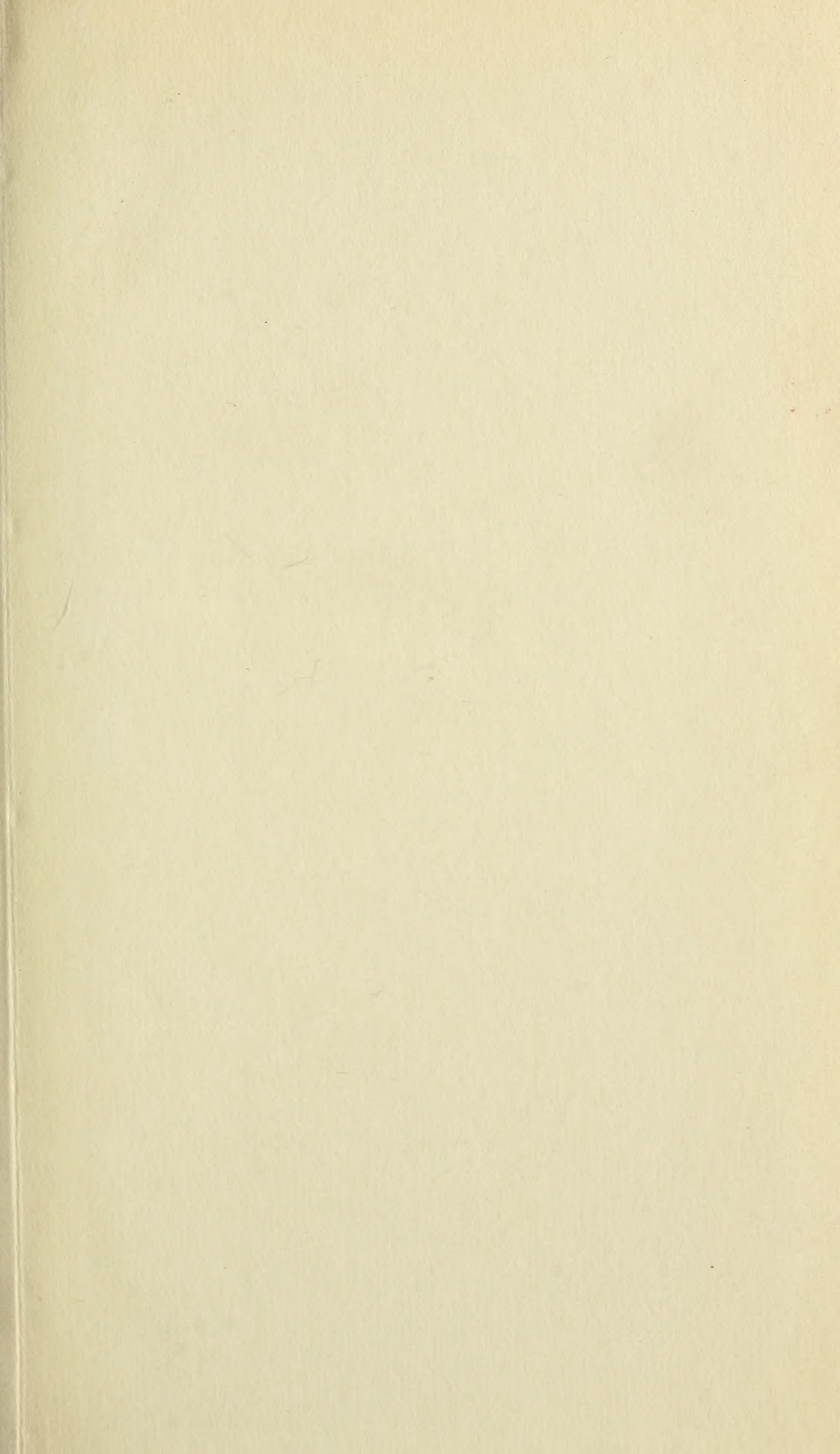
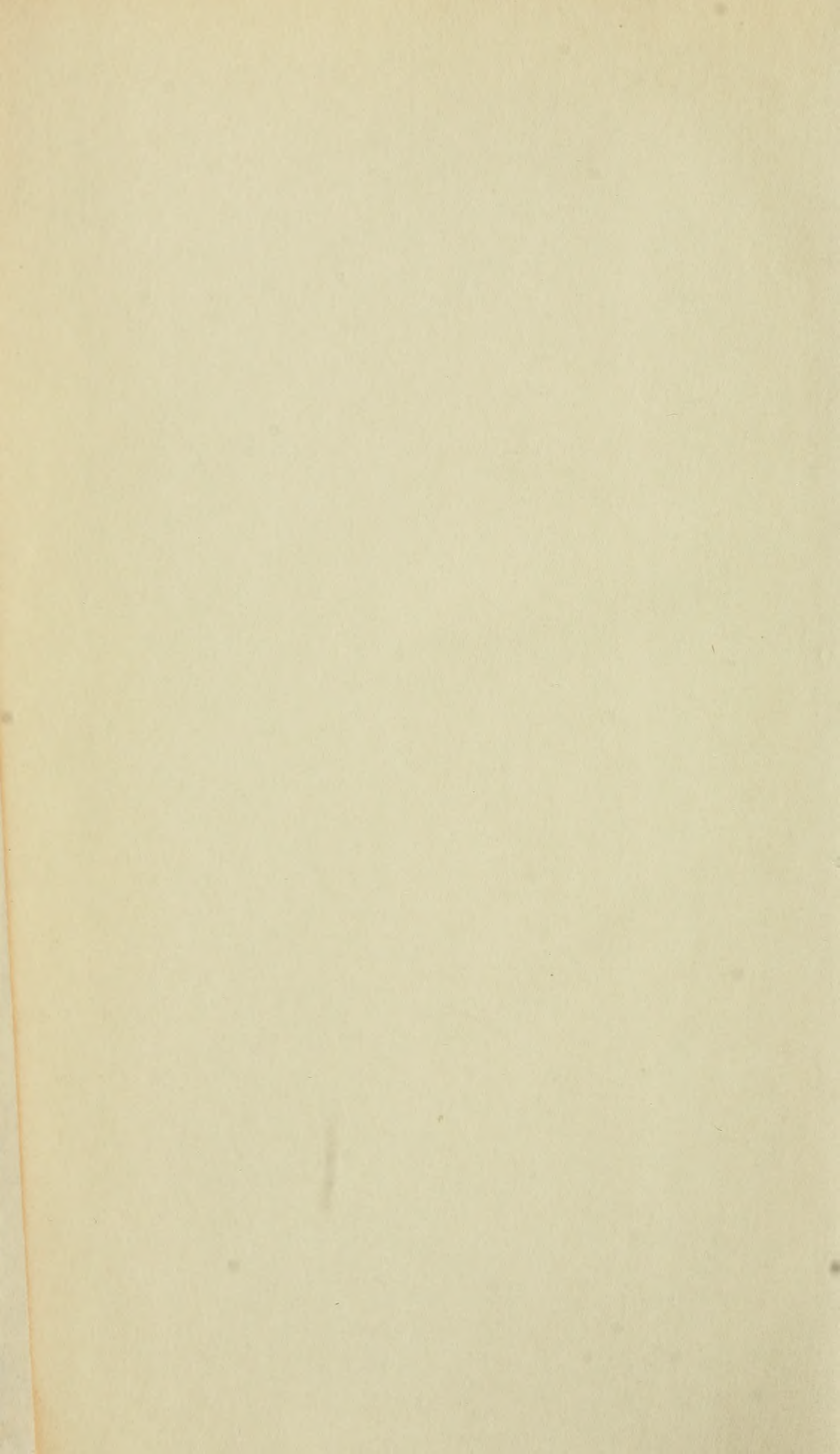
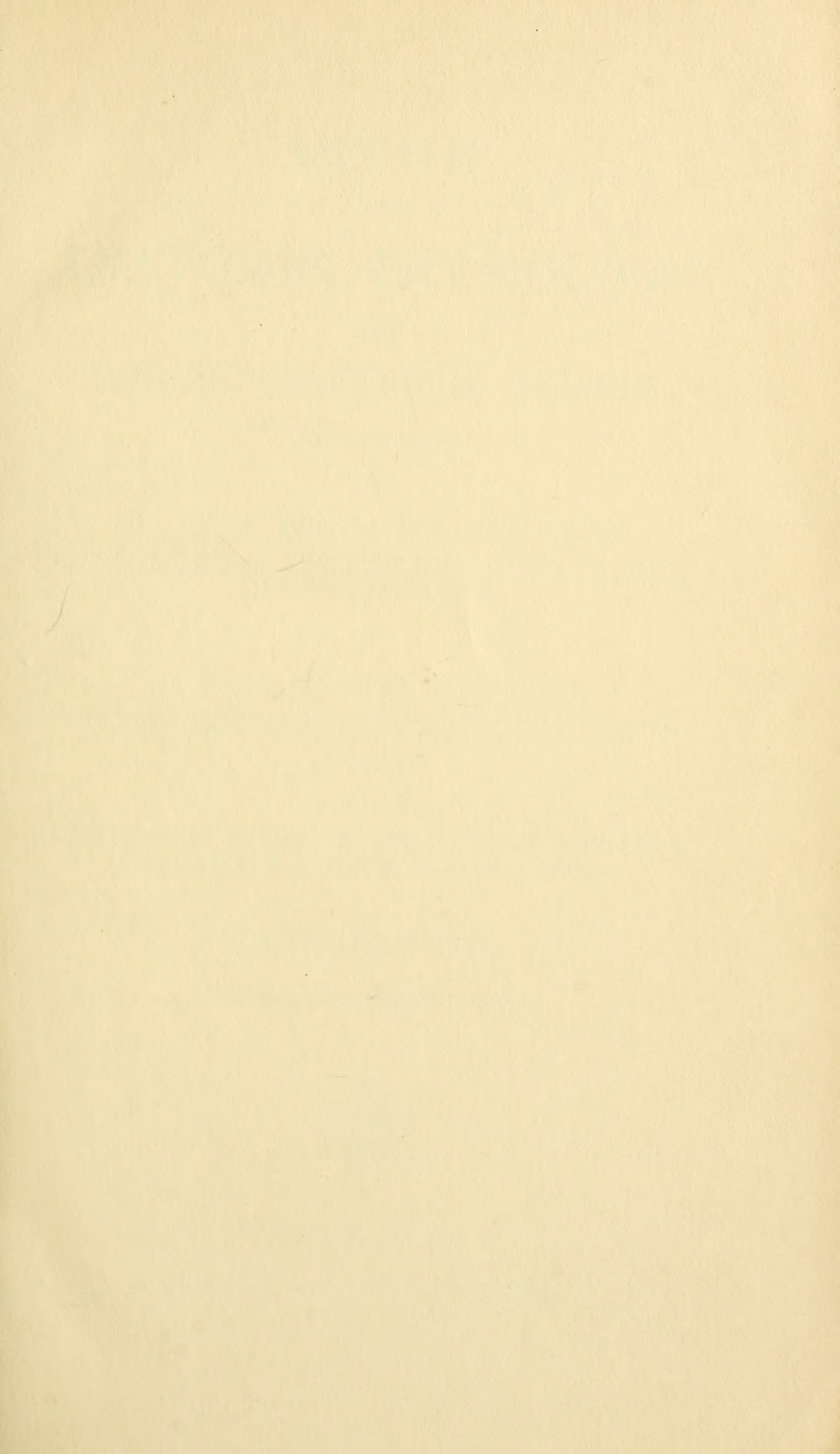












ARCHIV
FÜR
ANATOMIE, PHYSIOLOGIE
UND
WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. CARL BOGISLAUS REICHERT
PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

UND

DR. EMIL DU BOIS-REYMOND
PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1874.

Mit neunzehn Kupfertafeln.



LEIPZIG.

VERLAG VON VEIT ET COMP.



I n h a l t s v e r z e i c h n i s s.

Berichtigung

der in der Abhandlung: „Erster Beitrag zur Analyse der Zuckungswelle der quergestreiften Muskelfaser“ vorkommenden Druckfehler.

Seite Zeile

522 2 v. o. statt: Unabhängigkeit lies: Abhängigkeit.

„ „ „ o. „ physikalischen „ physiologischen

525 7 „ u. „ Bestimmungsweite lies Schwingungsweite.

527 23 „ o. „ S lies y.

528 10 „ o. „ Punktstriche lies Punktreihe.

540 4 „ o. ist: $z_{,} - z_{,,} = Z = a\sqsupset\left(\cos\pi\frac{x}{l} - \cos\pi\frac{u+x}{l}\right)$, die Gleichung 13).

541 8 „ u. statt: Gleichung t lies Gleichung.

543 2 „ o. ist: $T_m = \frac{l+\mu}{2v}$ die Gleichung 17).

545 14 „ u. statt: $\sin\frac{\pi}{2}x,\ \cos\frac{\pi}{2}\frac{\mu}{l}$ lies: $\sin\frac{\pi}{l}x,\ \cos\frac{\pi}{2}\frac{\mu}{l}$.

546 2 „ o. „ Tm lies: T_m.

554 7 „ o. „ Zuckungshöhe lies: Zeit des Zuckungsmaximums.

555 13 „ o. „ 34) lies: 37).

558 1 „ o. „ $\mu < l$ lies: $\mu > l$.

559 14 „ o. ist nach Gleichung 36) noch hinzuzufügen:

$$v = \frac{\mu}{2(T_m - T_w)} \quad \ldots \text{ Gl. } 37)$$

„ 18 „ o. statt: $\mu \quad l$ lies: $\mu > l$.

560 11 „ u. „ $\left(\frac{\mu}{l}\right)\frac{\mu}{l}$ lies: $\frac{\mu}{l}$.

561 3 „ u. „ die Zuckung lies: die Zeit.

563 4 „ u. „ die Zeitabscisse der halben Maximalhöhe lies: die Zeitabscisse des Wendepunktes oder diejenige der halben Maximalhöhe.

563 1 „ u. „ Correctionswelle lies: Contractionswelle.

564 in der 2. Horizontalrubrik statt: $H = \frac{\alpha}{\delta}\frac{l}{\pi}\left\{\cos(\pi\frac{t-t_\mu}{T})\cos(\pi\frac{t}{T})\right\}$

lies: $H = \frac{\alpha}{\delta}\frac{l}{\pi}\left\{\cos(\pi\frac{t-t_\mu}{T}) - \cos(\pi\frac{t}{T})\right\}$

565 in der 2. Horizontalrubrik statt: $H_w = \frac{1}{2}H_m\frac{\alpha}{\delta}\frac{l}{\pi}$ lies:

$$H_w = \frac{1}{2}H_m = \frac{\alpha}{\delta}\frac{l}{\pi}.$$

Seite	Zeile				
566	5	v. o.	statt:	Gleichung (16b) lies: Gleichung (10b).
„	9	„ o.	„	$t_u = \frac{\mu}{v}$ lies: $t_\mu = \frac{\mu}{v}$.
„	16	„ o.	„	$t < t_u$ lies: $t < t_\mu$.
567	22	„ o.	„	von lies: vor.
„	26	„ o.	„	zu bestimmen, lies: erreicht ist, als auch die Geschwindigkeit zu bestimmen,
568	17	„ o.	„	der lies: die.
580	9	„ u	„	Zwischenhebel lies: Zeichenhebel.
„	5	„ u.	„	Rollringen lies: Stellringen.
585	12	„ u.	„	Ständern lies: Rändern.
586	13	„ o.	„	ohne sie lies: ohnehin.
587	2	„ o.	„	0·001 Sec. lies: 0·0075 Sec.
„	8	„ u.	„	Formen lies: Formeln.
„	5	„ u.	„	$= t_u$ lies: $= t_\mu$.
589	16	„ o.	„	übertreffe lies: nicht übertreffe.
591	erste	Horizontalrubrik		statt: contrahirten lies: contrahirbaren.
„	zweite	„		Zeile 2 „ 5·873 lies 3·873.
593	erste	„		statt: Schwingungsdauer = 9·11817 Sec. lies: Schwingaugsdauer = 0·11817 Sec.
„	zweite	„		Zeile 1 statt: 0·007400 lies: 0·007500.
594	zweite	„		„ 1 „ 0·021470 lies: 0·022470.



Beiträge zur Ossificationslehre.

Von

Dr. A. v. Brunn,
Prosector in Göttingen.

Hierzu Taf. I.

Beim Studium des Ossificationsprocesses fielen mir mehrere theils noch nicht beschriebene, theils in neuerer Zeit wenig beachtete Erscheinungen auf, mit denen ich mich eingehender beschäftigt habe und die ich in Folgendem mitzutheilen beabsichtige.

Meine Untersuchungen beziehen sich einmal auf die Structur des zur Verknöcherung sich vorbereitenden Knorpels und ferner auf das Verhältniss der Knorpelzellen zu den Knochenmarkzellen, also mittelbar zu den Osteoblasten und zu der Bildung des Knochengewebes; wozu ich vorgreifend bemerke, dass ich denselben alle Theilnahme an der Bildung der Osteoblasten nicht absprechen kann, sondern berechtigt zu sein glaube, ihnen die Erzeugung der Osteoblasten bei der intracartilaginösen Verknöcherung zuzuschreiben.

Ich gehe zunächst auf die Structur des zur Ossification sich vorbereitenden Knorpels ein und zwar, da sich die Bildungen, auf deren Beschreibung es mir ankommt, am ausgesprochensten am Epiphysenknorpel und zwar an dessen diaphysärer Seite finden, zur Betrachtung dieser Partieen.

Bei dem Bestreben, den ossificirenden Knorpel ohne alle durch Reagentien etwa hervorgebrachte Veränderungen kennen zu lernen, untersuchte ich die genannten Stellen an völlig frischen Objecten und verfuhr zu dem Zwecke so, dass ich die frischen Knochen mit einer feinen Säge spaltete, dann von der Sägefläche parallel der Längsaxe des Knochens gerichtete Schnitte abnahm und dieselben in 0·5 pCt. Kochsalzlösung unters Mikroskop brachte. Die Anfertigung genügend feiner Schnitte durch den Epiphysenknorpel und die angrenzenden Knochenpartieen gelingt sehr leicht.

An solchen Präparaten aus dem Metacarpus des Kalbes, den ich als am leichtesten und stets frisch erreichbar meist anwendete, fiel mir auf, dass sich constant in der Zwischensubstanz zwischen den Säulen der bekanntlich in der Nähe der Verknöcherungsgrenze „gerichteten" Knorpelzellen eine Menge feiner mit den Säulen parallel verlaufender Fasern befindet. Dieselben beginnen in der Proliferationszone des Knorpels und gehen von da geradlinig zwischen den Zellensäulen hin durch die Verkalkungszone und die Ossificationsgrenze bis in den Knochen hinein (Fig. 1 u. 2 st). Noch da, wo von Seiten des Markes resp. der Osteoblasten bereits junger Knochen an die Wände der Markröhren angesetzt ist, sind sie in den stehen gebliebenen Knorpelseptis vielfach zu erkennen. — Zur Feststellung ihrer chemischen Constitution wandte ich zunächst Essigsäure und Kalilauge an; beide blieben völlig wirkungslos auf diese Gebilde. Auch bei so lange fortgesetztem Kochen, dass die übrige Knorpelgrundsubstanz völlig gelöst wird, bleiben diese Fasern wohl erhalten in dem angrenzenden Knochen hangen als einziges Ueberbleibsel des ganzen Epiphysenknorpels, so dass man sie dem elastischen Gewebe zuzurechnen hat; ich bezeichne sie als elastische Stützfasern des ossificirenden Knorpels.

Auch die diese Fasern zusammenhaltende Kittsubstanz ist verschieden von der Grundsubstanz des hyalinen Knorpels; sie ist nämlich ausserordentlich weich und in Wasser und dünnen Salzlösungen quellbar, in Folge davon nimmt die Zone der gerichteten Knorpelzellen in der zur Knochenaxe senkrechten

Richtung zu, während der hyaline Knorpel das nicht thut: und dies bewirkt eine Kräuselung der Längsschnitte. — Die Differenz zwischen der Substanz der Säulen, welche der des hyalinen Knorpels gleicht, und der Zwischensubstanz lässt sich besonders durch Zerzupfen der Schnitte leicht erkennen. Dabei nämlich bemerkt man, dass der Knorpel sich vom Knochen her sehr leicht auffasern lässt bis an den hyalinen Knorpel, dass es aber verhältnissmässig schwer gelingt, solche Fasern vom Knorpel abzureissen, weil sie am hyalinen Knorpel sehr fest hangen. Das mikroskopische Bild bestätigt das vollkommen; man findet die Zellensäulen stets in festem Zusammenhange mit dem hyalinen Knorpel, von der Stelle an aber, wo die Stützfasern beginnen, von einander losgetrennt. Die Fasern selbst haften diesen isolirten Säulen auf einer oder beiden Seiten an, flottiren aber nicht selten auch frei in der Flüssigkeit.

An gehärteten Objecten versuchte ich solche Isolationen vergeblich, die einzige Conservirungsmethode, die eben so gute Bilder lieferte, als die frische Untersuchung, ist die Goldchloridbehandlung, die ich in der gewöhnlichen Weise ausführte.

Solche Zerzupfungspräparate geben die klarste Anschauung von der Anordnung der Knorpelzellensäulen, über welche ich zunächst eine Bemerkung einflechten muss, ehe ich die elastischen Fasern weiter verfolge. Es erstrecken sich nämlich nicht alle Zellenreihen vom hyalinen Knorpel bis nach dem Knochen, sondern es giebt sowohl solche, die zwischen die anderen sich hineinschiebend, noch nicht am Verknöcherungsrande angekommen sind (Fig. 1,a), wie auch andere, die schon zum grossen Theil verbraucht, d. h. in den Knochen hineingelangt sind, so dass nur noch ihr der Diaphyse abgewandtes Ende im Knochen sichtbar ist (Fig. 1 u. 2,b); erstere enden nach dem Knochen, letztere nach dem hyalinen Knorpel zu conisch zugespitzt. — Dass solche Endigungen der Säulen nicht durch schiefe Schnittführung erzeugte künstliche seien, davon überzeugt man sich durch Zerzupfen grösserer Stücke (nicht Schnitte) von mit Gold behandeltem Knorpel, auch hier finden sich kurze Säulen, wie Fig. 2,b, nicht selten. — Strelzoff (Unters. aus d. patholog. Institut zu Zürich, 1873) scheint nur

solche gesehen zu haben, die noch nicht an den Knochen herangelangt waren, da er nur sie — als Säulen des zweiten Systems — beschreibt und von ihrer Einschiebung zwischen die anderen das Dickenwachsthum des Epiphysenknorpels ableitet. Ich glaube, dass man dem eine solche Bedeutung nicht zuzuschreiben hat, da ich nie mehr Säulen der einen (noch nicht an den Knochen gelangten), als der anderen (fast völlig verbrauchten) Sorte gesehen habe, sondern bin der Ansicht, dass die Dicke des Epiphysenknorpels ganz einfach von der Dicke des hyalinen Knorpels abhängt und mit demselben, mag sein Wachsthum nun ein interstitielles oder von der Peripherie ausgehendes sein, wächst.

Die elastischen Stützfasern, die auf dem Längsschnitt parallel den Zellensäulen zwischen ihnen hinziehen, umgeben nun selbstverständlich jede von ihnen schlauchförmig. Am conischen Ende einer solchen drängen sie sich über oder unter demselben enger an einander, den Raum der Säule ausfüllend, so dass sie hier als dickerer Strang erscheinen und wie eine Haube dem Ende aufsitzen (Fig. 2,b). Querschnitte durch diese Region der gerichteten Knorpelzellen zeigen, wie zu erwarten, die 2, 3 oder mehr Zellen haltenden Säulenquerschnitte rings umgeben von einer scheinbar feinkörnigen Substanz, deren Körner sich beim Heben und Senken des Tubus als die durchschnittenen elastischen Fasern ausweisen (Fig. 3.), und solche Faserquerschnitte erhält man aus allen den Regionen, wo man auf dem Längsschnitt die Fasern bemerkte, von der Proliferationszone an bis in den Knochen hinein, wo die Knorpelreste schon mit einer dicken Lage Knochensubstanz bedeckt sind.

Von den Zellen selbst sind also die Fasern stets durch die Grundsubstanz der Säulen getrennt, — von denen später die Rede sein wird.

Am bequemsten und schönsten kann man sich die beschriebene Differenzirung der Knorpelgrundsubstanz in die Säulen und die elastische Zwischensubstanz zur Anschauung bringen, wenn man die frischen Schnitte — nur diese eignen sich dazu — doppelt tingirt, erst mit wässeriger Karminlösung, dann mit

Hämatoxylin. Blassroth gefärbt erscheint dann nur die elastische Zwischensubstanz der elastischen Stützfasern, blau dagegen die Substanz der Säulen und der hyaline Knorpel, sowohl auf Längs- wie auf Querschnitten. Solche Präparate geben das offenbarste Zeugniss, dass die Grundsubstanz der Säulen die unmittelbare Fortsetzung der hyalinen Knorpelgrundsubstanz, die elastische Fasermasse ein modificirter Theil derselben ist: auf Längsschnitten hangen die blauen Zellensäulen von der Substanz des hyalinen Knorpels herab, wie die Zähne eines Kammes von dessen Rücken, — die Zwischenräume zwischen ihnen enthalten die rosa gefärbte elastische Masse; indessen bemerke ich, um Irrthümer zu vermeiden, dass die Zwischensubstanz der elastischen Fasern roth gefärbt ist, nicht die Fasern selbst, welche stets farblos bleiben.

Was die Verbreitung dieser elastischen Stützfasern anbelangt, so finden sie sich constant in den Epiphysenknorpeln junger Thiere, wenn diese Knorpel uur noch etwa 1 Mm. (in der Richtung der Knochenaxe) dick sind. Diese Verdünnung des Epiphysenknorpels tritt nun bei verschiedenen Thieren zu verschiedener Zeit ein. So z. B. sind bei neugeborenen Kindern bekanntlich in den Epiphysen, die Knochenkerne eben erst angelegt; ähnlich bei ganz jungen Schweinchen; — bei solchen also finden sich die Stützfasern noch nicht oder nur sehr selten. Bei Kälbern dagegen, ebenso bei jungen Kaninchen etc., die bei der Geburt schon völlig verknöcherte Epiphysen haben, welche von der Diaphyse nur noch durch eine ganz dünne Knorpelschicht getrennt sind, desgleichen bei allen älteren aber noch wachsenden Thieren werden sie nie vermisst. Wie bereits angegeben zeigen sie sich bei Weitem am ausgesprochensten in dem diaphysären Theil der Epiphysenknorpel, sowohl bei langen wie bei kurzen Knochen, also überall da wo wir „gerichteten" Knorpelzellen begegnen. Selten treten sie im epiphysären Theil dieser Knorpel und im Knorpelüberzug der Gelenkflächen auf und wo dies der Fall ist, als kurze, schmale, der Richtung der Zellengruppen und der entsprechenden der eindringenden Blutgefässe parallele

Züge, wie jene nach der Knochengrenze zu bald convergirend, bald divergirend.

In den Knochen von Embryonen fehlen die Fasern demnach in der Regel. Besonders auffallend war es mir daher, dieselben vor dem Auftreten des eigentlichen Knochenkernes in einigen knorpelig angelegten Fusswurzelknochen eines siebenmonatlichen menschlichen Fötus und eines neugeborenen Kindes, besonders im Os cuboideum, in schönster Ausbildung zu finden (Fig. 4). Es war hier von der Anlage des Knochenkernes noch Nichts zu sehen, als eine weissliche Verfärbung des Knorpelcentrums; Schnitte zeigten die Knorpelzellen in Vermehrung und Vergrösserung begriffen und in der Zwischensubstanz ein immer mehrere Gruppen von Zellen in seinen Maschen umschliessendes Netz feinster Fasern, — so dass man diesen Knorpel in der That als Faserknorpel bezeichnen könnte, wenn er sich nicht von diesem durch die verhältnissmässig geringe Menge der Fasern und die Grösse der eingeschlossenen Zellengruppen unterschiede. — In den noch nicht verknöcherten Phalanxknorpeln waren die Fasern nur selten zu treffen, wo sie sich aber zeigten, stets parallel gerichtet den Reihen der Knorpelzellen resp. der Richtung der eindringenden Blutgefässe.

Nahe liegt nun die Frage nach der Entstehung dieser Fasern. Dieselben treten stets in der Mitte zwischen den Zellensäulen in der Grundsubstanz auf, von den Zellen selbst durch die Substanz der Säulen getrennt; nie habe ich einen Zusammenhang dieser Fasern mit Zellen gesehen. Ich muss daher ihre Bildung lediglich der Grundsubstanz des Knorpels zuschreiben und kann auch eine Entstehung derselben auf der Oberfläche des Protoplasmas, wie sie O. Hertwig (Schultze's Archiv Bd. IX.) von den elastischen Fasern des Netzknorpels beschreibt, für diese Gebilde nicht annehmen.

Offenbar müssen diese elastischen Fasern, die eine jede Knorpelzellensäule umhüllen und bis in den Knochen hinabreichen, jeder solchen Säule und damit der ganzen Zone der „gerichteten“ Knorpelzellen eine gewisse Festigkeit verleihen und eine Verschiebung des Knorpels gegen den Knochen in

der Richtung der Ossificationsgrenze erschweren, — und darin sehe ich den Zweck dieser Gebilde; darin finden wir auch den Schlüssel zur Erklärung des verschiedenen Vorkommens derselben. An der Epiphyse erfolgt die Knochenablagerung des Knochenwachsthums langsamer, die Vorbereitungen im Knorpel sind wenig bemerkbar, eine Verminderung der Grundsubstanz findet kaum statt, — hier dürfen also diese Fasern fehlen, desgleichen in allen embryonalen Knochen, denen ja verhältnissmässig geringe Leistungen zugemuthet werden.

Also ist dies System von stützenden Fasern überall angebracht, wo des raschen Wachsthums der Knochen wegen eine schnelle Auflösung des Knorpels erfolgt, wo der Knorpel weich wird und doch der Knochen eine bedeutende Leistungs- und Widerstandsfähigkeit haben soll. Seine Richtung ist stets senkrecht auf der Richtung, in welcher eine Verschiebung zu befürchten steht; es giebt zugleich die Stütze und Anlagerungsfläche der neuentstehenden Knochensubstanz — und ist somit als wesentlicher Bestandtheil des postfötal ossificirenden Knorpels zu betrachten.

Ich fand diese Fasern zuerst im Epiphysenknorpel des Metacarpus vom Kalbe auf, habe sie aber nachher in allen darauf untersuchten Röhrenknochen von Kindern, sowie von jungen Kaninchen, Hunden und Katzen gesehen. — In der mir vorgelegenen Literatur der Ossificationslehre sind dieselben nirgends auch nur andeutungsweise erwähnt.

Hiernach gehe ich zur Betrachtung der Knorpelzellen zunächst auch im ossificirenden Knorpel über, um sodann auf ihr Verhalten an der Verknöcherungsgrenze zu kommen.

Präparate aus frischen Knochen, bald nach der Anfertigung in Kochsalzlösung von 0·5 pCt. untersucht, zeigen zunächst, dass sämmtliche Knorpelzellen bis an die eröffneten Knorpelhöhlen hin, die Höhlen in denen sie liegen, vollständig ausfüllen, dass keine einzige das geschrumpfte Aussehen darbietet, wie es die meisten Abbildungen dieser Partieen zeigen, welche den Knorpel nach Behandlung mit Alcohol, Chromsäure etc. darstellen.

Jede Zelle liegt der Wandung ihrer Knorpelhöhle überall genau an, ihre Grösse ist also identisch mit der der Höhle. Die Zellen bestehen aus einem klaren, wasserhellen Protoplasma mit wenigen eingestreuten glänzenden Körnchen, ganz so, wie es auch die Zellen des hyalinen Knorpels darbieten, wie es überhaupt fast alle frischen Zellen, Speichelkörperchen, weisse Blutkörperchen, Ganglienzellen etc. zeigen. Der stets sehr gut sichtbare Kern ist gross, kugelrund, ebenfalls wasserklar, liegt meist in der Mitte der Zelle und enthält ein oder zwei lebhaft glänzende Kernkörperchen. — Die Grösse der Zellen ist durchschnittlich 0·03 Mm., die der Kerne 0·009 Mm. — Diese Zellen sind gegen alle concentrirteren Reagentien höchst empfindlich; während sie sich in 0·5 procentiger Kochsalzlösung, auch in Wasser, lange Zeit halten, bemerkt man schon wenn diese Flüssigkeiten verdunsten, ein deutliches Schrumpfen des Zellkörpers, der sich allmälig von der Wand der Knorpelhöhle zurückzieht und nach längerer Zeit als unförmlicher und undurchsichtiger stark glänzender Körper von bald mehr kugeliger, bald mehr unregelmässig eckiger und zackiger Gestalt in der hellen Knorpelhöhle liegt. Schneller geht diese Umwandlung vor sich und ist leicht zu beobachten bei Zusatz aller stark wasserentziehenden Substanzen, so starker Salzlösungen, Säuren, Alkohol, Glycerin etc. Der Kern bleibt bei der Schrumpfung eine Zeit lang sichtbar, verschwindet aber in den meisten Zellen mit der Zeit völlig, in einzelnen ist er noch später als ebenfalls stark verkleinerter runder Körper zu bemerken. Aus diesem Verhalten, das man jeden Augenblick mit grösster Leichtigkeit an frischen Epiphysenknorpeln studiren kann, ergiebt sich, dass die in den meisten Arbeiten über Knochenentwickelung gegebenen Zeichnungen das Verhalten der frischen lebenden Knorpelzellen nicht zeigen, sondern die Form der durch jene wasserentziehenden Reagentien geschrumpften Gebilde. Die oben beschriebene Form also zeigen alle Zellen sowohl im hyalinen Knorpel wie in der Zone der gerichteten Zellen bis hinab in die verkalkte Region, — so weit man eben Knorpelhöhlen sieht; in der Markmasse der eröffneten Knorpelhöhlen ist von ihnen Nichts mehr zu sehen, da hier das dunkle

granulirte Markgewebe die Durchsicht nicht gestattet. Wir werden später Mittel kennen lernen, um sie auch dort, wenigstens in gewissen Knochenpartieen, zu verfolgen.

Den Knorpelzellen liegt überall die Knorpelkapsel (Rathke) unmittelbar an; sie ist im hyalinen Knorpel schwer zu sehen und nur in gewissen glücklichen Fällen und bei Anwendung der später zu beschreibenden Methode deutlich, im Knorpel oberhalb der Ossificationsgrenze dagegen, in der Region der gerichteten und gequollenen Knorpelzellen, sowohl ohne Präparation sichtbar, als auch besonders durch Tinction mit Hämatoxylin sehr schön darzustellen. Namentlich gut eignen sich hierzu sehr schwache wässerige, in bekannter Weise mit Alaunlösung versetzte Lösungen dieses Farbstoffes, die nur noch eine ganz blassviolette Farbe haben. Der geringe Gehalt an Alaun bewirkt keine Schrumpfung der Knorpelzellen, welche demnach ihre kugelige resp. cubische Gestalt bewahren, doch färbt die Lösung nach einiger Zeit, ca. $^1/_2$ Stunde, die Knorpelkapseln sehr intensiv dunkelblau, nie sieht man an solchen Präparaten einen Zwischenraum zwischen Zelle und Kapsel. Wie gegen die Zelle, so hebt sich auch gegen die übrige Substanz der Säule die Knorpelkapsel scharf ab; mit der letzteren hängt sie fest zusammen, wovon man sich leicht an Zerzupfungspräparaten solcher gefärbten Schnitte überzeugen kann; die Knorpelkapseln bleiben fest an der Grundsubstanz haften, wenn die Zellen aus ihnen herausgefallen sind; sie sind also, wie ja das auch allgemein angenommen wird, als besonders modificirte Theile der Grundsubstanz anzusehen. Die Knorpelkapseln verschwinden an den letzten zwei bis drei Zellen vor Beginn der Kalkeinlagerung allmälig vollständig, indem an ungefärbten Präparaten ihr Glanz, an gefärbten ihre Färbung matter wird, so dass die in der letzten Höhle oberhalb der Verkalkungsgrenze gelegene Zelle nur noch durch eine dünne Lamelle homogener Substanz, in welche weiter nach dem Knochen zu die Kalkkrümel eingelagert erscheinen, von den elastischen Stützfasern getrennt ist. Die Dicke der Knorpelkapseln ist 0,003 Mm. und darunter. Das angegebene Verhalten der Knorpelkapseln findet sich, nur variirend nach

dem Typus der Verknöcherung, in allen ossificirenden Knorpeln wieder. Am Epiphysenende des Epiphysenknorpels, wo bekanntlich die Verknöcherung eine viel langsamere ist, und die Anordnung der Zellen zu Säulen fehlt, wo die Knorpelzellen nur eine mässige Vergrösserung zeigen, ist auch die Knorpelkapsel nicht so deutlich, im Uebrigen aber besteht keine Differenz von der gegebenen Beschreibung des diaphysären Theiles des Epiphysenknorpels.

Wie ich schon in meiner vorläufigen Mittheilung (Göttinger Nachrichten 1873, No. 17) hervorhob, hat das gegebene Verhalten der Knorpelzellen schon Kölliker (Mittheil. der zürcher. naturf. Ges., 1849.) beschrieben; auch Henke (Zeitschr. für ration. Med. 3 R. Bd. 18) erwähnt desselben, — doch scheint auf diese Beschreibungen wenig geachtet zu sein.

Namentlich aber hat E. Neumann dieselben nicht berücksichtigt, der eine zwischen Knorpelzelle und Knorpelhöhle befindliche Substanz annimmt, welcher er den Namen Pericellularsubstanz giebt (Archiv der Heilkunde Bd. 11); ich will desshalb auf diese Ansicht, deren Richtigkeit ich nach meiner Darstellung entschieden bestreiten muss, etwas näher eingehen und meine Auffassung begründen. Neumann geht von der Voraussetzung aus, dass regelmässig die Zellen von der Wand ihrer Höhlungen um ein geringes oder grösseres Stück entfernt seien, das ist also, wie angegeben, nicht der Fall. Er nimmt ferner an, dass die geschrumpften Formen der Knorpelzellen, die er für normal hält, nicht eigentlich geschrumpfte, sondern von seiner gequollenen Pericellularsubstanz comprimirte Zellen seien. Was sollte das aber für eine Substanz sein, die in Alkohol, starken Salzlösungen etc. quölle, und was für eine Zellsubstanz, die sich durch was immer für einen Druck in der Art comprimiren liesse? — ein jedenfalls undenkbarer Vorgang. Die einzige Art, wie die bekannten kleinen krümchenartigen Knorpelzellen zu Stande kommen können, ist ein Schrumpfen durch Wasserentziehung, — wobei natürlich eine Ansammlung des entzogenen Wassers mit der Zusatzflüssigkeit in der Knorpelhöhle stattfindet, — und einzig darauf führe ich diesen Vorgang zurück. Was Neumann's

Beweis für seine Ansicht betrifft, dass die Knorpelzellen nicht ballotiren, sondern an ihrem Ort in der Knorpelhöhle festliegen, so glaube ich dieses Verhalten mit der Annahme erklären zu können, dass die geschrumpften Zellen durch einzelne sehr feine fadenförmige Verbindungsbrücken im Zusammenhange mit der Knorpelkapsel bleiben und gleichsam schwebend erhalten werden, wie man das ja in der That nicht selten sehen kann. Dass sich aber wirklich, wie Neumann angiebt, an sehr feinen Schnitten, die nur eine Scheibe einer Knorpelkapsel enthalten, eine Inhaltsmasse der Höhlen durch Färbung in Anilin etc. erkennen lasse, habe ich nie unzweifelhaft bemerkt. Stets konnte ich in derartigen Fällen nachweisen, dass die gefärbte Masse der Knorpelgrundsubstanz oder Kapsel angehörte, — im Gegentheil aber gelingt es leicht und nicht selten, die Grundsubstanz in der bekannten Gitter- oder Leiterform darzustellen, und an solchen Präparaten lässt sich selbst durch Anwendung des doch so sicheren Fuchsins keine Spur einer „Pericellularsubstanz“ erkennen. Ich bin demnach sicher, dass in Präparaten, die mit Alkohol etc. behandelt waren, factische mit Flüssigkeit gefüllte Knorpelhöhlen existiren, muss sie aber nach dem Obigen für Kunstproducte erklären, durch die Schrumpfung der Zellen hervorgerufen.

Strelzoff (a. a. O.) behauptet auch, auf die Resultate von Hämatoxylinfärbungen hin, das Vorhandensein der Pericellularsubstanz; ich glaube aber, dass auch er sich durch die Knorpelkapseln hat täuschen lassen. Auch Henke's Annahme (a. a. O.), die geschrumpften Zellformen entständen dadurch, dass sich der körnige Inhalt der Zellen um den Kern concentrire, sehe ich damit als zurückgewiesen an. Ganz abgesehen davon, dass, falls die Umgebung der geschrumpften Zellen aus körnchenfreiem Protoplasma bestände, dieses sich in Fuchsin färben müsste, kann man ja direct beobachten, wie nicht die Körnchen nach der Mitte wandern, sondern die ganze Masse der Zelle sich von der Knorpelkapsel abhebt und zusammenschnurrt, — Jeder, der diesen Vorgang einmal gesehen hat, kann keinen Zweifel über sein Wesen haben.

Die Ansicht, welche ich über die Veränderungen im ossi-

ficirenden Knorpel gewonnen habe, ist demnach folgende: Die Knorpelzellen vermehren sich und ordnen sich in der Art an, dass sie entweder — in dem diaphysären Theile der Epiphysenknorpel — lange Reihen, oder — in dem epiphysären Theile desselben Knorpels und in den kurzen Knochen — kurze, der Anordnung der später eindringenden Markmassen entsprechend gerichtete Complexe bilden. Sie nehmen nach der Knochengrenze zu sehr bedeutend an Volumen zu und erweitern dadurch die Höhlen, in denen sie liegen. Die Differenzirung der Grundsubstanz ist eine verschiedene in noch nicht gebrauchsfähigen, embryonalen Knochen und in solchen, die bereits benutzt werden müssen; indem bei ersteren nur die Knorpelkapseln an den vergrösserten Zellen deutlich hervortreten, um nur ganz nahe an der Knochengrenze wieder zu schwinden, — bei letzteren dagegen nur die die Knorpelzellenreihen und Kapseln umhüllende hyaline Knorpelgrundsubstanz hyalin bleibt, die zwischen diesen Säulen hyaliner Substanz befindliche Masse dagegen sich in ein elastisches Fasergewebe mit weicher Zwischensubstanz umwandelt, welches letztere bis in den Knochen sich hineinzieht.

Ich komme jetzt zum zweiten Theil meiner Untersuchung, zur Beantwortung der Frage, ob die Zellen des Knorpels untergehen oder zur Bildung des Markgewebes, der Osteoblasten und so zur Erzeugung des Knochengewebes Verwendung finden. Während Gegenbaur (Jenaische Zeitschr. für Medicin etc. Bd. I.) und Waldeyer (Schultze's Archiv I.) die Osteoblasten als Erzeugnisse der Knorpelzellen ansahen, sprach zuerst Rollett (Stricker's Handbuch d. Gewebelehre) die Vermuthung aus, die Osteoblasten würden ohne Betheiligung der Knorpelzellen von den Markzellen gebildet; Stieda (Entwickelung des Knochengewebes, 1872) will mit der Knorpelgrundsubstanz auch die Knorpelzellen völlig und ausnahmslos untergehen und das gesammte Markgewebe incl. Osteoblasten mit den von der Peripherie herkommenden Blutgefässen von Aussen eindringen lassen, so dass der Knochen von dem vor ihm dagewesenen

Knorpel absolut Nichts enthielte. Zum Beweise dieser Annahme dient das Verhalten der Knorpelzellen am Ossificationsrande, ihr geschrumpftes, stellenweise zerfallenes Ansehen und das Fehlen von Uebergängen von Knorpelzellen zu Osteoblasten und die Abwesenheit von Theilungsphänomenen ersterer am Verknöcherungsrande. Ihm schliessen sich Kutschin (Unters. aus d. Inst. f. Physiol. u. Histol. in Graz 1870), Lewschin (Mélanges biologiques tirés du bulletin de l'Acad. imp. de St. Pétersbourg T. VIII.) und Strelzoff (a. a. O.) an. —

Zunächst war mir schon an frischen Präparaten die beschriebene Form der Zellen, von denen keine einzige das bekannte geschrumpfte Aussehen besitzt, auffallend und machte mich zweifelhaft, ob die besonders von Stieda verfochtene Ansicht vom Untergange der Knorpelzellen, der durch den Nachweis solcher Formen ein Hauptbeweis genommen war, die richtige sei. Da an frischen Präparaten die Verfolgung der Knorpelzellen in die Markräume hinein nicht möglich ist, isolirte ich, um ihre Formen zu vergleichen, aus frischen Knochen die Osteoblasten und fand dieselben — im frischen Zustande ohne Veränderungen — den Knorpelzellen sehr ähnlich, nur etwas kleiner mit demselben hellen körnchenarmen Protoplasma und demselben hellen runden Kern mit Kernkörperchen. Dass ich es mit Osteoblasten zu thun hatte, davon überzeugte mich ihr Anhangen an den Knochenbalken. Ohne dieser Aehnlichkeit grosses Gewicht beilegen zu wollen, so sah ich doch, dass ein wesentlicher Formunterschied beider Zellenarten im frischen Zustande nicht existirt. Auf Zusatz von wasserentziehenden Substanzen, wie sie im Knorpel die völlige Schrumpfung der Zellen bewirken, schrumpfen die Osteoblasten weit weniger, sie werden indess auch kleiner, ihr Protoplasma verdeckt dadurch, dass in ihm starke Granula auftreten, den Kern meist vollständig, so dass derselbe erst durch Färbungen wieder deutlich gemacht werden kann. — Als wesentlicher Unterschied zwischen Knorpelzelle und Osteoblast stellt sich also heraus eine grössere Schrumpfbarkeit ersterer, welche jedenfalls auf einen grösseren Wassergehalt derselben gegenüber den Osteoblasten bezogen werden muss, die ihrerseits consistenter,

also eiweissreicher sind; darauf also möchte ich den Unterschied zwischen beiden zuspitzen, ohne ihn desswegen für unbedeutend halten zu wollen.

Die Knorpelzellen, wie man sie an solch frischen Präparaten sieht, sind danach offenbar wirklich gequollene Zellen, deren Eiweissgehalt durch ihre eigene Vergrösserung und die Bildung der Querscheidewände in den Säulen verringert ist, indessen hindert Nichts anzunehmen, dass sie durch erneuerte Zufuhr von Nahrungsflüssigkeit wieder lebensfähiger werden können und eine solche Zufuhr würde im Herandringen des Blutes gegeben sein. Es wäre also, meine ich, möglich, dass die stark schrumpfenden Knorpelzellen durch die Zufuhr von Eiweiss wieder zu den weniger schrumpfenden eiweissreichen, sonst ihnen im frischen Zustande ähnlichen Osteoblasten würden, wie sie in den Markräumen allenthalben anzutreffen sind.

Eine solche Erörterung könnte den Eindruck eines blossen Raisonnements machen, wenn sie sich nicht durch directe Beobachtungen stützen liesse. Dies ist indessen der Fall und zwar meiner Erfahrung nach am besten an Präparaten aus mit Osmiumsäure behandelten Knochen. Ich sägte zu dem Zweck den Epiphysenknorpel mit einem Stück der Dia- und Epiphyse heraus, legte sie für einige Tage in 1procentige Osmiumsäurelösung und untersuchte dann ohne Entkalkung an Schnitten. Osmiumsäure färbt die Knorpelgrundsubstanz blassgelbbraun, die Knorpelkapseln gar nicht, die Zellen des Knorpels dagegen dunkelbraun. Der Knochen wird kaum verändert, die Osteoblasten erscheinen blassgelb. Das Markgewebe ist ebenfalls hell und gestattet desshalb die Unterscheidung der Osteoblasten und besonders der Blutkörperchen, die als dunkelbraune Kügelchen hervortreten und den sichersten Anhalt für das Vorhandensein von Capillaren, bis hinauf in die eröffneten Knorpelzellenhöhlen, geben. An solchen Präparaten ist es mir nun in der That gelungen, den Uebergang der Knorpelzellen in Osteoblasten zu sehen; besonders deutlich waren die Uebergangsformen an der Epiphysenseite (Fig. 5).

Während die noch nicht eröffneten Knorpelhöhlen die geschrumpften bizarren Formen der Knorpelzellen zeigten, än-

derte sich deren Charakter, sobald die Höhlen eröffnet waren, was an den in ihnen liegenden Blutkörperchen deutlich zu sehen ist. Die Zellen nehmen gegenüber dem dunkelkörnigen Ansehen der Knorpelelemente wieder rundere, prallere Formen an, bekommen ein mehr homogenes Aussehen, ihr Colorit wird heller, sie stellen in jeder Hinsicht Mittelformen zwischen den Knorpelzellen und den blassen homogenen Osteoblasten dar. —

Selten erhielt ich ähnlich überzeugende Bilder aus der Verknöcherungsgrenze der Diaphyse, wiewohl ich auch da solche Uebergänge habe beobachten können. Dass man es hier nicht mit von Aussen eingewanderten Markzellen zu thun hat, beweist einmal die Lagerung der Zellen ganz an den Stellen, wo die Knorpelelemente liegen müssten, sowie eben ihre Färbung und Aussehen, die in der Mitte zwischen Knorpelzellen und Osteoblasten stehen, — und ich schreibe die Veränderung eben der Ankunft des Blutes zu, das die eiweissarmen Knorpelzellen wieder kräftigt. — Noch andere Bilder sprechen für eine solche Restauration der Knorpelzellen: ich habe öfters bemerkt, dass, während die Osmiumsäure alle andern Knorpelzellen zum Schrumpfen gebracht hatte, nur die der Markhöhle zunächst gelegenen diese Veränderung nicht eingegangen, sondern gross und prall geblieben waren. Auch Chromsäurepräparate lieferten ab und zu solche Bilder, die alle dafür sprechen, dass diese allein nicht veränderten Zellen schon wieder stärker eiweisshaltig, consistenter sind.

Ich halte solche Bilder für genügend, um den Untergang der Knorpelzellen bei der Eröffnung der Knorpelhöhlen bestreiten zu können, ihre Fortexistenz im Mark erscheint mir gesichert und möchte ich ihnen ihr altes neuerdings bestrittenes Recht, zu Knochenkörpern zu werden, wieder verschaffen. — Sind die Knorpelzellen in den Markraum hineingelangt, so unterscheiden sie sich nicht mehr von den Markzellen und ihre Vermehrung geht nun wieder in der an diesen beschriebenen Art und Weise vor sich, — also ist auch das Fehlen von Vermehrungserscheinungen an den Knorpelzellen nicht befremdend, — sie müssen eben erst in den Markraum gelangen, um dort

weiter zu vegetiren und sich zu vermehren. Die Osteoblasten endlich bilden sich nun aus den Markzellen und es fehlt demnach kein Uebergangsglied. —

Was die Anordnung der Osteoblasten und ihre spätere Thätigkeit betrifft, so habe ich da Nichts hinzuzufügen, sondern schliesse mich Waldeyer's Angabe völlig an, dass sie durch Metamorphose ihrer Zellsubstanz den Knochen bilden und ein Theil von ihnen als Knochenkörperchen übrig bleibt.

Nur auf einen Punkt gehe ich noch mit wenig Worten ein, auf die Entstehung der Kalkkanälchen. Zwei Arten der Entstehung sind denkbar, nämlich entweder so, dass die Ausläufer der Osteoblasten, mit denen man sie nicht selten in der Knochensubstanz hangen sieht, nur in der Peripherie verknöchern, ihr axialer Theil aber weich bleibt; oder so, dass diese Kanälchen im bereits gebildeten Knochen durch Resorption entstehen. Für erstere Annahme spricht das Vorhandensein der Ausläufer an den Osteoblasten, wiewohl man (worauf man indess bei der Weichheit dieser Gebilde wenig Gewicht legen dürfte) nie Osteoblasten findet, deren Ausläuferzahl der an den Knochenkörpern vergleichbar wäre; — aber diese Annahme verträgt sich nicht mit der anderen nothwendigen, dass ein Theil der Osteoblasten völlig in Knochensubstanz sich verwandele. Man müsste ja offenbar, wenn dieser erste Modus der wirkliche wäre, neben den durch Knochenkörperchen eingenommenen Höhlen, von denen die Kanälchen radiär ausstrahlen, vielfach Knotenpuncte solcher Kanäle finden an den Stellen der untergegangenen Zellen. Solche Knotenpuncte finden sich nun aber in Wirklichkeit nicht, oder wenigstens nur so selten, dass sie der Zahl der muthmasslich untergegangenen Osteoblasten nicht annähernd entsprechen. Beide Annahmen vertragen sich demnach nicht mit einander. Und weil ich glaube, die vom Untergange des grössten Theiles der Osteoblasten nicht fallen lassen zu können, so muss ich die andere aufgeben und die Entstehung der Knochenkanälchen durch Resorption befürworten, welche man dann natürlich als von den Knochenkörperchen ausgehend und bewirkt zu betrachten hätte.

Sonach führen mich meine Untersuchungen zu dem Resultat, dass die Knorpelzellen in den Markräumen als Markzellen persistiren, von da aus zu Osteoblasten umgewandelt werden und als solche den Knochen bilden; dass, während der grösste Theil völlig zu Knochengrundsubstanz wird, ein Theil als Knochenkörperchen erhalten bleibt, — und dass die Knochenkanälchen durch Resorption entstehen.

Erklärung der Figuren.

Die Vergrösserung ist bei allen Figuren 360.

Fig. 1. Längsschnitt durch den diaphysären Theil des Epiphysenknorpels vom Kalb, mit sehr dünner Hämatoxylinlösung behandelt; die Knorpelkapseln k sehr deutlich; die Zellen in ihrem natürlichen Zustande erhalten, a eine noch nicht an den Knochen gelangte, b eine nicht mehr mit dem hyalinen Knorpel zusammenhängende Zellensäule, st elastische Stützfasern.

Fig. 2. Isolirte Zellensäulen aus einem frischen Schnitt desselben Knochens. Bezeichnung wie bei Fig. 1.

Fig. 3. Querschnitt der Zellensäulen oberhalb der Ossificationsgrenze. Bezeichnung dieselbe.

Fig. 4. Schnitt durch das knorpelige Os cuboideum des Neugeborenen. Die Zellhaufen von einem Netz elastischer Fasern umsponnen.

Fig. 5. Längsschnitt des epiphysären Theils des Epiphysenknorpels. b Knochen, a Knorpel mit geschrumpften Zellen, welche sich in den bereits eröffneten Knorpelhöhlen c zu Markzellen resp. Osteoblasten umgestalten, d Blutkörperchen, e Markraum mit Osteoblasten.

Neue Untersuchungen über die Wärmebildung und den Stoffwechsel.

Von

Dr. H. Senator

in Berlin.

Im vorletzten Bande dieses Archivs (Jahrg. 1872 S. 1—54) habe ich eine Reihe von Versuchen mitgetheilt, in welchen die von Hunden während einer bestimmten Zeit unter verschiedenen physiologischen Verhältnissen abgegebene Wärmemenge direct calorimetrisch bestimmt wurde. Diese Versuche konnten nicht mehr als je eine Stunde umfassen, da die von mir damals zur Lüftung des Calorimeters und zur vollständigen Gewinnung der ausgeathmeten Kohlensäure benutzte Aspirationsvorrichtung für eine längere Versuchsdauer nicht ausreichte. Eine längere Ausdehnung der Versuche aber über möglichst grosse Zeiträume erschien um so wünschenswerther, als erstens mit der längeren Dauer die unvermeidlichen Fehler bei der Wärmebestimmung immer kleiner, die Ergebnisse deshalb um so zuverlässiger werden mussten und zweitens etwaige Schwankungen in der Bildung und Abgabe von Wärme, wie sie ja selbst unter ganz normalen Verhältnissen zu erwarten sind, um so deutlicher hervortreten mussten. Endlich war auch gerade für den besonderen Zweck, welchen ich bei diesen Versuchen im Auge hatte, nämlich sie als Grundlage für eine Vergleichung

mit gewissen pathologischen Verhältnissen zu benutzen, eine möglichst lange Dauer der Beobachtung geboten.

Durch die Liberalität des Hrn. Geh. Rath Reichert, welcher mir einen mit Wasserleitung und einer Bunsen'schen Aspirationsvorrichtung versehenen Raum zur Verfügung stellte, wurde es mir später möglich gemacht, den Versuchen eine beliebig lange Dauer zu geben, und ich bin jetzt im Stande, jene ersten Versuchsreihen durch eine Anzahl neuer, meist mehrere Stunden hintereinander fortgesetzter Versuche zu vervollständigen und dadurch nicht nur die früheren Ergebnisse sicherer zu begründen, sondern in mancher Beziehung noch zu erweitern und durch neue zu bereichern.

Die Anordnung und Ausführung dieser neuen Versuche blieb in der Hauptsache dieselbe, wie in den älteren, wesshalb ich wegen der meisten Einzelnheiten auf die in der früheren Abhandlung gemachten Angaben verweise. Das dort beschriebene Calorimeter, welches von geringfügigen Reparaturen abgesehen, unverändert geblieben war, wurde ganz in der früheren Weise hergerichtet, insbesondere wurde der äussere Kupferkasten mit lauwarmem (26 — 29° C.) Wasser gefüllt und durch den inneren in diesem Wasser schwebenden und dem Versuchsthier zum Aufenthalt dienenden Kasten ein starker Luftstrom geleitet. Die von dem Thiere während einer bestimmten Zeit abgegebene Wärmemenge wurde dann aus der Erwärmung des Calorimeters und der durchgeströmten Luft, sowie aus dem Verlust durch Leitung und Strahlung und durch ausgetretenen Wasserdampf berechnet in der Weise, wie ich es auch schon früher ausführlich angegeben habe (a. a. O. S. 9 — 13). Zu eingreifenderen Veränderungen fand ich keine Veranlassung; denn der Apparat und die Methode hatten sich bei den früheren Versuchen hinreichend bewährt in einem Grade, wie man es bei so schwierigen und verwickelten Verhältnissen nur irgend erwarten durfte, die Ergebnisse wurden im weiteren Verlauf und in dem Maasse, als ich selbst durch Uebung immer mehr noch mancherlei störende Kleinigkeiten vermeiden lernte, zuverlässiger und zeigten bei gleichen

Versuchsbedingungen eine durchaus befriedigende Uebereinstimmung. [1])

Nur die Bestimmung der ausgehauchten Kohlensäure machte für denjenigen Theil der Versuche, in welchem die Aspiration nicht wie früher durch Gasometer, sondern durch die Wasserluftpumpe bewirkt wurde, eine Aenderung nöthig. Ich bestimmte jetzt nämlich die Kohlensäure direct durch Wägung, und zwar wurde Behufs dessen die Luft, nachdem unmittelbar beim Austritt aus dem Calorimeter ihre Temperatur gemessen war, zuerst durch concentrirte in einer Woulf'schen Flasche befindliche Schwefelsäure, dann durch ein Chlorcalciumrohr geleitet, strich dann durch ein System von grossen mit Kalilauge gefüllten Kugelapparaten, auf welches zwei wieder mit concentr. Schwefelsäure gefüllte Kugelapparate und zuletzt zwei geschmolzenes Kali enthaltende Röhrchen folgten. Das Chlorcalciumrohr zeigte durch sein unverändertes Gewicht an, dass die Schwefelsäure in der Woulf'schen Flasche der Luft alles Wasser vollständig entzogen hatte, ebenso liess das letzte Kaliröhrchen erkennen, ob sämmtliche Kohlensäure in den vorhergehenden Apparaten aufgefangen war. Bei einer Gewichtszunahme dieses Röhrchens von mehr als 3 Milligramm wurde die Bestimmung als verfehlt betrachtet. Die zwischen das gelöste und geschmolzene Kali eingeschaltete Schwefelsäure diente dazu, das aus jenem mitgerissene Wasser anzufangen und wurde natürlich mitgewogen. — Uebrigens habe ich, abgesehen von einigen missglückten Wägungen, nicht bei allen calorimetrischen Versuchen die Kohlensäure bestimmt, da das Wiegen der vielen Apparate ungemein zeitraubend war, und sich das Hauptinteresse dieser Versuche doch mehr an die Wärmemessung knüpfte. Die Menge der durch den Apparat gesogenen Luft wurde durch eine Gasuhr angezeigt, welche dicht vor jener Woulf'schen Flasche, durch welche die Eintrittsluft strich (1 in der Zeichnung

---

1) In einer mir kürzlich bekannt gewordenen Abhandlung von A. Murri (Del potere regolatore della temperatura animale. Firenze 1873) werden bei einer Besprechung meiner calorimetrischen Versuche verschiedene Umstände aufgezählt, wie die Leitungsfähigkeit der Wandung des Thierkastens, der durchströmenden Luft u. s. w., welche eine abnorme Abkühlung des Thieres hätten zur Folge haben müssen, so dass die gefundenen Wärmemengen nicht die normale Abgabe darstellen könnten. Da ich eben wegen der genannten und noch anderer Umstände zur Füllung des Calorimeters erwärmtes Wasser nahm, was Murri selbst anführt, und dadurch, wie das Verhalten der Thiere und ihre Temperatur ergaben, die abnorme Abkühlung vermied, so ist mir diese Kritik Murri's, sowie auch einige sonstigen Einwürfe gegen die Methode ganz unverständlich.

S. 4 a. a. O.), aufgestellt und mit deren langem Schenkel durch einen Kautschukschlauch luftdicht verbunden war. Demnach ging die Luft zuerst durch die Gasuhr, von da durch die mit dünner Kalilauge und einem Thermometer versehene erste Woulf'sche Flasche sogleich in das Calorimeter und aus diesem austretend weiter durch die kleine zur abermaligen Temperaturmessung bestimmte Vorrichtung (h in der Zeichnung) in die Trocken- und Kaliapparate, welche schliesslich mit dem Saugrohr der Wassluftpumpe in Verbindung standen.

Die Gasuhr ist eine kleine sogenannte Experimentirgasuhr, an welcher halbe Liter direct abgelesen und ¼ Liter noch sehr gut geschätzt werden können; die Prüfung derselben hat ergeben, dass sie die durchströmende Luftmenge bis auf ½ Procent genau anzeigt, eine Genauigkeit, welche für unsere Bestimmung mehr als ausreichend war. Bei den mehrere Stunden dauernden Versuchen wurde innerhalb jeder einzelnen Stunde der Luftstrom möglichst gleichmässig unterhalten, dagegen absichtlich nicht immer in jeder Stunde gleichviel Luft durchgesogen, doch stets soviel, dass in dem Aufenthaltsraum des Thieres keine Ueberladung mit Kohlensäure stattfinden konnte und dass schliesslich die ganze Menge derselben bis auf Spuren daraus entfernt war.

Zum Verständniss der Berechnung bemerke ich ausser dem in der früheren Abhandlung Angeführten noch, dass, da der grösste Theil der folgenden Versuche in einem anderen Zimmer als früher, mit anderer Umgebung und mit manchen, wenn auch nebensächlichen Veränderungen angestellt wurde, auch die Abkühlung des Calorimeterwassers, sein Verlust an die Umgebung, ein etwas anderer wurde. Es waren deshalb neue Bestimmungen über die Grösse dieses Verlustes nothwendig und dieselben mussten für die erste, zweite und jede folgende Versuchsstunde besonders bestimmt werden, weil mit zunehmender Durchwärmung des ganzen Apparates, insbesondere der das Wasser unmittelbar umschliessenden Theile, der Verlust immer mehr abnahm. Solcher Bestimmungen, über deren nähere Ausführung ich ebenfalls auf meine frühere Abhandlung (S. 11 u. 12) verweise, habe ich im Ganzen 11 gemacht und zwar vor Beginn und nach Beendigung aller eigentlichen Versuche und an einzelnen freien Zwischentagen. Zehn davon dauerten 2 Stunden, sieben 3 Stunden und zwei 4 Stunden. Diese beiden letzten Bestimmungen für die vierte Stunde ergaben Werthe, welche mit dem für die dritte Stunde gefunde-

nen so nahe übereinstimmten, dass ich mir eine grössere Zahl über so lange Zeit ausgedehnter Bestimmungen glaubte ersparen zu können. Demnach betrug der Abkühlungs-Coëfficient für die unter der veränderten Anordnung angestellten Versuche (nämlich No. 1—12 u. 19 der im Folgenden mitgetheilten):

für die erste Stunde	(Mittel aus	11	Bestimmungen)	1·517 Calorien[1])
„ „ zweite „	„ „	10	„	1·011 „
„ „ dritte „	„ „	7	„	0·841 „
„ „ vierte „	„ „	2	„	0·841 „

Endlich führe ich noch an, dass in einigen Versuchen (den letzten der Zeit nach, No. 11, 12, 19) die Athemluft vor ihrem Eintritt in den Apparat ebenfalls getrocknet wurde, indem sie aus der Gasuhr kommend statt durch eine, durch zwei Woulf-sche Flaschen strich, von denen die erste mit Kalilauge versehene die Kohlensäure, die zweite unmittelbar vor dem Eintritt in das Calorimeter befindliche und concentr. Schwefelsäure enthaltende das Wasser zurückhielten. In letztere Flasche ragte dann auch das zur Temperaturmessung bestimmte Thermometer hinein.

Der nächste und wichtigste Zweck der Versuche war, die von Hunden im gesunden Zustande bei ruhigem Verhalten und unter Ausschluss besonderer den Wärmehaushalt beeinflussender Umstände (Verdauung, Muskelanstrengung, Kälte) in einer bestimmten Zeit abgegebene (und gebildete) Wärme zu messen, d. h. die Grösse ihrer normalen mittleren Wärmebildung zu bestimmen. Die Thiere befanden sich also bei diesen Versuchen in vollkommen nüchternem Zustande, ganz so wie es bei den früheren einstündigen Versuchen der Fall gewesen war, und es gilt auch im Uebrigen von dem Verhalten derselben Alles, was ich damals in dieser Beziehung angegeben habe. Insbesondere wurden diese Versuche ebenso wie jene früheren, sämmtlich in der wärmeren Jahreszeit (Juni—September) angestellt, ein Umstand, welchen ich vorläufig schon besonders hervorhebe.

---

1) Unter 1 Calorie ist hier überall diejenige Wärmemenge verstanden, welche 1 Kilogr. Wasser bei der Erwärmung um 1° C. aufnimmt.

I. Weisser zottiger Hund (D) seit Mitte Mai 1872 täglich mit 250 Grm. ausgesuchten mageren Pferdefleisches, 5 Grm. Schweineschmalz und 100 Ccm. Wasser gefüttert, mit Ausnahme eines Tages (8. Juni), wo er eines besonderen Versuches wegen Nichts zu fressen und nur Wasser zu saufen bekommen hatte.

1) 15. Juni 1872. Gewicht des Hundes nach Entleerung der Blase 4270 Grm. Eingesetzt 12 h 25 Min. mit Temp. 38·7°.

Zeit	I.	II.	E.	A.	Z.	Bemerk.
12h 35′	26·90	26·90	17·73	22·60	17·97	Barom. 766 Mm.
45′	85	86	73	90	18·29	
55′	84	84	74	90	47	Der Hund verhält sich ganz ruhig.
1h 5′	84	84	78	23·09	60	
15′	85	85	81	24·01	68	
25′	86	84	85	00	74	
35′	86	85	90	08	74	Barom. 766 Mm.
Mittel	26·86	26·85	17·81	23·34	18·50	
45′	87	87	18·05	23·99	84	
55′	88	87	13	24·00	91	
2h 5′	88	88	19	05	95	Ganz ruhig.
15′	89	90	19	10	19·01	
25′	90	91	23	25	04	
35′	91	91	33	25	06	Barom. 766 Mm.
Mittel	26·88	26·88	18·15	24·12	18·94	

Herausgenommen 2 h 41 Min. mit Temp. 38·7°

Berechnung.
Durchgeströmte Luft 124 Liter.
Mittlerer Barometerstand 766 Mm.

Mittlere Erwärmung des Calorim. . . . . . = – 0·035° = – 1·38 Cal
„ „ der Luft . . . . = 5·53° = 0·19 „
Im mitgenommenen Wasserdampf . . . . = 0·46 „
Verlust bei 8·355° Differenz . . . . = 12·67 „
In der ersten Stunde abgegebene Wärme: 11·94 Cal.

Berechnung.
Durchgeströmte Luft 150 Liter.
Mittlerer Barometerstand 766 Mm.

Mittlere Erwärmung des Calorimeters . . . = 0·055° = 2·17 Cal.
„ „ der Luft . . . . = 5·97° = 0·25 „
Im mitgenommenen Wasserdampf . . . . = 0.58 „
Verlust bei 7·94° Differenz . . . . = 8·03 „
In der zweiten Stunde abgegebene Wärme: 11·03 Cal.

In 2 Stunden ausgehauchte CO^2 = 5·32 Gramm.

2) 16. Juni. Körpergewicht 4325 Grm. Eingesetzt 11h 0 Min. mit Temp. 39·2°.

Zeit	I.	II.	E.	A.	Z.	Bemerkungen.
11h 10′	27·50	27·54	16·98	19·93	17·86	Barom. 768 Mill.
20′	44	47	98	23·13	98	
30′	43	45	17·03	83	18·09	Der Hund ist ruhig.
40′	42	44	07	25·33	21	
50′	41	44	13	25	25	
12h 0′	41	44	24	24	30	
10′	41	44	34	13	36	Barom. 768 Mill.
Mittel	27·43	27·46	17·11	23·98	18·15	
20′	41	44	40	76	40	
30′	42	44	45	85	49	
40′	42	44	57	77	52	Ruhig.
50′	44	44	64	44	56	
1h 0′	45	45	69	09	60	
10′	48	47	80	24·95	61	Barom. 768 Mill.
Mittel	27·43	27·45	17·55	25·43	18·51	

Herausgenommen 1h 16 Min. mit Temp. 39·0°.

Berechnung.

Durchgeströmte Luft 150 Liter.

Mittlerer Barometerstand 768 Mm.

Mittlere Erwärmung des Calorim. . . . = – 0·095° = – 3·75 Cal.
„ „ der Luft . . . . = 6·87° = 0·29 „
Im mitgenommenen Wasserdampf . . . . = 0·65 „
Verlust bei 9·295° Differenz . . . . = 14·10 „

In der ersten Stunde abgegebene Wärme: 11·29 Cal.

Berechnung.

Durchgeströmte Luft 162 Liter.

Mittlerer Barometerstand 768 Mm.

Mittlere Erwärmung des Calorim. . . . . . = 0·05° = 1·97 Cal.
„ „ der Luft . . . . = 7·88° = 0·35 „
Im mitgenommenen Wasserdampf . . . . = 0·84 „
Verlust bei 9·93° Differenz . . . . = 9·03 „

In der zweiten Stunde abgegebene Wärme: 12·19 Cal.

In 2 Stunden ausgehauchte CO^2 = 4·5 Gramm.

3) 21. Juni. Körpergewicht 4265 Gramm. Eingesetzt 9h 34 Min. mit Temp. 39·0°.

Zeit	I.	II.	E.	A.	Z.	Bemerkungen.
9h 44′	27·36	27·35	19·95	22·05	14·87	Barom. 761 Mill.
54′	33	32	95	23·22	88	
10h 4′	33	31	95	24·70	90	Der Hund ist ruhig.
14′	34	32	95	80	96	
24′	36	33	20·00	25·32	96	
34′	37	34	09	64	99	
44′	38	37	19	73	20·01	Barom. 760·5 Mill.
Mittel	27·35	27·33	20·01	24·49	19·94	
54′	40	38	34	32	06	
11h 4′	41	42	34	29	11	
14′	43	44	40	32	11	Ruhig.
24′	45	45	45	32	15	
34′	47	46	53	33	23	
44′	49	47	58	30	23	Barom. 761 Mill.
Mittel	27·43	27·43	20·40	25·37	20·13	
54′	51	51	58	39	22	
12h 4′	51	53	66	65	28	
14′	53	54	66	64	34	Ruhig.
24′	56	56	71	40	35	
34′	59	58	77	32	38	
44′	60	60	84	56	40	Barom. 760·5 Mill.
Mittel	27·54	27·54	20·69	25·47	20·31	
54′	62	62	86	69	41	
1h 4′	63	64	99	73	41	
14′	66	67	99	73	41	Ruhig.
24′	67	69	21·05	74	43	
34′	70	71	10	77	44	
44′	72	74	15	81	46	Barom. 760·5 Mill.
Mittel	27·66	27·67	21·00	25·72	20·42	

Herausgenommen 1h 21 Min. mit Temp. 39·0°.

Berechnung.
Durchgeströmte Luft 144 Liter.
Mittlerer Barometerstand 760·75 Mill.

Mittlere Erwärmung des Calorim.	= 0·02°	= 0·79 Cal.
„ „ der Luft	= 4·48°	= 0·18 „
Im mitgenommenen Wasserdampf		= 0·44 „
Verlust bei 7·40° Differenz		= 11·22 „
In der ersten Stunde abgegebene Wärme:		12·63 Cal.

Berechnung.
Durchgeströmte Luft 150 Liter.
Mittlerer Barometerstand 760·75 Mill.

Mittlere Erwärmung des Calorim.	= 0·105°	= 4·15 Cal.
„ „ der Luft	= 4·97°	= 0·20 „
Im mitgenommenen Wasserdampf		= 0·53 „
Verlust bei 7·30° Differenz		= 7·38 „
In der zweiten Stunde abgegebene Wärme:		12·26 Cal.

Berechnung.
Durchgeströmte Luft 150 Liter.
Mittlerer Barometerstand 760·75 Mm.

Mittlere Erwärmung des Calorim.	= 0·12°	= 4·74 Cal.
„ „ der Luft	= 4·78°	= 0·20 „
Im mitgenommenen Wasserdampf		= 0·52 „
Verlust bei 7·23° Differenz		= 6·08 „
In der dritten Stunde abgegebene Wärme:		11·54 Cal.

Berechnung.
Durchgeströmte Luft 150 Liter.
Mittlerer Barometerstand 760·5 Mm.

Mittlere Erwärmung des Calorim.	= 0·13°	= 5·13 Cal.
„ „ der Luft	= 4·72°	= 0·19 „
Im mitgenommenen Wasserdampf		= 0·50 „
Verlust bei 7·25° Differenz		= 6·10 „
In der vierten Stunde abgegebene Wärme:		11·92 Cal.

4) 23. Juni Körpergewicht 4220 Gramm. Eingesetzt 10 h 50 Min. mit Temp. 39·3°.

Zeit	I.	II.	E.	A.	Z.	Bemerkungen.
11h 0′	26·73	26·75	17·78	22·29	18·44	Barom. 762·5 Mill.
10′	70	74	85	24·21	60	
20′	72	74	90	31	77	Der Hund ist ziemlich ruhig.
30′	72	74	96	38	83	
40′	72	74	18·04	49	93	
50′	72	74	13	68	19·01	
12h 0′	73	74	19	72	04	Barom. 763·5 Mill.
Mittel	26·72	26·74	17·98	24·15	18·80	
10′	74	76	19	72	10	
20′	76	77	28	78	17	
30′	76	77	37	80	26	Ruhig.
40′	79	80	38	83	30	
50′	80	82	44	86	33	
1h 0′	81	83	48	90	34	Barom. 763·5 Mill.
Mittel	26·77	26·78	18·33	24·80	19·22	

Herausgenommen 1 h 6 Min. mit Temp. 39·0°.

Berechnung.

Durchgeströmte Luft 200 Liter.

Mittlerer Barometerstand 763 Mill.

Mittlere Erwärmung des Calorim. . . . . = – 0·005° = 0·20 Cal.
„ „ der Luft . . . . = 6·17° = 0·34 „
Im mitgenommenen Wasserdampf . . . . = 0·89 „
Verlust bei 7·93° Differenz . . . . = 12·03 „
In der ersten Stunde abgegebene Wärme: 13·06 Cal.

Berechnung.

Durchgeströmte Luft 176·5 Liter.

Mittlerer Barometerstand 763·5 Mill.

Mittlere Erwärmung des Calorim. . . . . . = 0·085° = 3·36 Cal.
„ „ der Luft . . . . = 6·47° = 0·32 „
Im mitgenommenen Wasserdampf . . . . = 0·75 „
Verlust bei 7·555° Differenz . . . . = 7·64 „
In der zweiten Stunde abgegebene Wärme: 12·07 Cal.

5) 25. Juni. Körpergewicht 4217 Gramm. Eingesetzt mit 11h 35 Min. mit Temp. 39·5°.

Zeit	I.	II.	E.	A.	Z.	Bemerkungen.
11h 45′	27·82	27·84	19·67	22·50	20·10	Barom. 760 Mm.
55′	80	83	67	25·98	22	
12h 5′	81	84	67	26·14	33	Der Hund bellt
15′	83	84	72	40	38	im Anfang viel,
25′	83	84	75	44	41	später ruhig.
35′	84	84	77	46	53	
45′	84	85	77	35	54	Barom. 759·5 Mill.
Mittel	27·82	27·84	19·72	25·75	20·36	
55′	84	85	80	38	56	
1h 5′	84	86	86	18	60	
15′	86	88	88	08	64	Ruhig.
25′	88	90	94	10	69	
35′	90	92	95	08	76	
45′	91	93	20·00	10	77	Barom. 758·5 Mill.
Mittel	27·87	27·88	19·89	26·18	20·65	

Herausgenommen 1h 52 Min. mit Temp. 39·3°.

Berechnung.
Durchgeströmte Luft 200 Liter.
Mittlerer Barometerstand 759·75 Mill.

Mittlere Erwärmung des Calorim. . . . . = 0·015° = 0·59 Cal.
„ „ der Luft . . . . = 6·03° = 0·36 „
Im mitgenommenen Wasserdampf . . . . = 0·84 „
Verlust bei 7·47° Differenz . . . . = 11·33 „
In der ersten Stunde abgegebene Wärme: 13·12 Cal.

Berechnung.
Durchgeströmte Luft 159 Liter.
Mittlerer Barometerstand 759 Mill.

Mittlere Erwärmung des Calorim. . . . . = 0·075° = 2·96 Cal.
„ „ der Luft . . . . = 6·29° = 0·30 „
Im mitgenommenen Wasserdampf . . . . = 0·78 „
Verlust bei 7·225° Differenz . . . . = 7·30 „
In der zweiten Stunde abgegebene Wärme: 11·34 Cal.

6) 27. Juni. Körpergewicht 4217 Gramm. Eingesetzt 11 h 59 Min. mit Temp. 38·9°.

Zeit	I.	II.	E.	A.	Z.	Bemerkungen.
12h 10′	28·86	28·89	19·75	22·85	20·15	Barom. 758 Mm.
20′	83	85	46	23·76	34	
30′	84	83	52	24·60	46	Der Hund ist ruhig.
40′	83	83	53	90	57	
50′	84	83	65	25·10	64	
1h 0′	83	82	72	15	69	
10′	83	83	75	23	73	Barom. 758 Mill.
Mittel	28·84	28·84	19·61	24·51	20·51	
20′	85	83	75	63	74	
30′	86	83	77	26·12	74	
40′	87	84	80	21	76	Ruhig.
50′	89	85	88	21	76	
2h 0′	89	85	93	26	84	
10′	89	86	96	30	94	Barom. 758 Mill.
Mittel	28·87	28·84	19·83	25·99	20·79	

Herausgenommen 2h 15 Min. mit Temp. 38·7°.

Berechnung.
Durchgeströmte Luft 125 Liter.
Mittlerer Barometerstand 758 Mill.

Mittlere Erwärmung des Calorim. . . . = − 0·045° = − 1·78 Cal.
" " der Luft . . . . = 4·90° = 0·17 "
Im mitgenommenen Wasserdampf . . . . = 0·41 "
Verlust bei 8·33° Differenz . . . . = 12·64 "

In der ersten Stunde abgegebene Wärme: 11·44 Cal.

Berechnung.
Durchgeströmte Luft 112 Liter.
Mittlerer Barometerstand 758 Mill.

Mittlere Erwärmung des Calorim. . . . . = 0·045° = 1·78 Cal.
" " der Luft . . . . = 6·16° = 0·19 "
Im mitgenommenen Wasserdampf . . . . = 0·50 "
Verlust bei 8·065° Differenz . . . . = 8·15 "

In der zweiten Stunde abgegebene Wärme: 10·62 Cal.

7) 28. Juni Körpergewicht 4225 Gramm. Eingesetzt 11 h 13 Min. mit Temp. 39·0°.

Zeit	I.	II.	E.	A.	Z.	Bemerkungen.
11h 23′	26·68	26·70	17·86	20·85	18·45	Barom. 758 Mill.
33′	65	66	90	23·67	65	
43′	64	65	18·00	40	84	Der Hund ist etwas unruhig.
53′	66	66	00	70	93	
12h 3′	68	70	04	24·20	19·02	
13′	70	72	09	30	10	
23′	71	73	13	39	15	Barom. 775·5 Mill.
Mittel	26·67	26·69	18·00	23·50	18·88	
33′	71	75	22	12	17	
43′	72	76	29	10	20	
53′	76	79	29	18	20	Ruhig.
1h 3′	80	81	37	30	24	
13′	81	84	38	32	30	
23′	82	85	41	35	34	Barom. 757 Mill.
Mittel	26·76	26·79	18·30	24·25	19·23	

Herausgenommen 1 h 29 Min. mit Temp. 38·8°.

Berechnung.

Durchgeströmte Luft 150 Liter.

Mittlerer Barometerstand 757·75 Mill.

Mittlere Erwärmung des Calorim.	= 0·03°	= 1·18 Cal.
„ „ der Luft	= 5·50°	= 0·23 „
Im mitgenommenen Wasserdampf		= 0·52 „
Verlust bei 7·80° Differenz		= 11·83 „
In der ersten Stunde abgegebene Wärme:		13·76 Cal.

Berechnung.

Durchgeströmte Luft 120 Liter.

Mittlerer Barometerstand 757·25 Mill.

Mittlere Erwärmung des Calorim.	= 0·115°	= 4·54 Cal.
„ „ der Luft	= 5·95°	= 0·20 „
Im mitgenommenen Wasserdampf		= 0·46 „
Verlust bei 7·545° Differenz		= 7·63 „
In der zweiten Stunde abgegebene Wärme:		12·83 Cal.

8) 30. Juni Körpergewicht 4212 Gramm. Eingesetzt 11 h 12 Min. mit Temp. 38·9°.

Zeit	I.	II.	E.	A.	Z.	Bemerkungen.
11h 23′	26·35	26·40	18·01	20·96	18·24	Barom. 756·5 Mill.
33′	32	36	17·86	23·40	53	
43′	36	36	89	92	72	Der Hund ist ziemlich ruhig.
53′	37	37	18·00	24·10	82	
12h 3′	37	39	09	20	94	
13′	38	40	10	30	99	
23′	38	42	24	28	19·08	Barom. 756·5 Mill.
Mittel	26·36	26·39	18·04	23·59	18·76	
33′	40	44	35	28	10	
43′	41	44	37	30	10	
53′	41	45	42	35	12	Ruhig.
1h 3′	43	46	42	40	18	
13′	47	48	50	57	23	
23′	50	53	54	63	28	Barom. 756·5 Mill.
Mittel	26·43	26·46	18·41	24·40	19·16	

Herausgenommen 1 h 30 Min. mit Temp. 38·8°.

Berechnung.
Durchgeströmte Luft 160 Liter.
Mittlerer Barometerstand 756·5 Mm.

Mittlere Erwärmung des Calorim. . . . . = 0·025° = 0·99 Cal.
" " der Luft . . . . = 5·55° = 0·25 "
Im mitgenommenen Wasserdampf . . . . = 0·58 "
Verlust bei 7·615° Differenz . . . . = 11·55 "

In der ersten Stunde abgegebene Wärme: 13·37 Cal.

Berechnung.
Durchgeströmte Luft 160 Liter.
Mittlerer Barometerstand 756·5 Mill.

Mittlere Erwärmung des Calorim. . . . . = 0·115° = 4·54 Cal.
" " der Luft . . . . = 5·99° = 0·26 "
Im mitgenommenen Wasserdampf . . . . = 0·69 "
Verlust bei 7·285° Differenz . . . . = 7·36 "

In der zweiten Stunde abgegebene Wärme: 12·85 Cal.

II. Brauner Hund (E), seit dem 11. Juni täglich mit 500 Gramm Pferdefleisch, 10 Gramm Schmalz und 150 Ccm. Wasser gefüttert mit Ausnahme des 11. Juli, wo er ausser 50 Ccm. Wasser Nichts erhielt.

9) 20. Juli Körpergewicht 10460 Gramm. Eingesetzt 12h 11 Min. mit Temp. 39·3°.

Zeit	I.	II.	E.	A.	Z.	Bemerkungen.
12h 20'	27·18	27·19	18·47	22·47	19·50	Barom. 765·5 Mill.
30'	17	20	46	24·07	43	
40'	19	23	60	25·45	46	Der Hund ist ruhig.
50'	22	25	71	63	49	
1h 0'	26	28	88	71	52	
10'	30	33	94	80	61	
20'	35	37	19·04	87	73	Barom. 766 Mill.
Mittel	27·24	27·26	18·73	25·00	19·53	
30'	40	43	09	91	81	Ruhig, nur gegen Ende der Stunde unruhig.
40'	44	47	14	72	87	
50'	50	53	19	74	91	
2h 0'	52	56	20	81	97	
10'	60	65	34	87	20·02	
20'	70	74	34	26·05	04	Barom. 766·5 Mill.
Mittel	27·50	27·54	19·19	25·74	19·91	
30'	80	83	40	12	12	Ruhig.
40'	86	90	44	18	12	
50'	91	95	50	19	13	
Mittel	27·82	27·85	19·42	26·13	20·10	Barom. 766·5 Mill.

Herausgenommen 1 h 57 Min. mit Temp. 39·2°.

Berechnung.

Durchgeströmte Luft 227 Liter.

Mittlerer Barometerstand 765·75 Mill.

Mittlere Erwärmung des Calorim. . . . . . = 0·175° = 6·91 Cal.
" " der Luft . . . . = 6·27° = 0·40 "
Im mitgenommenen Wasserdampf . . . . = 0·88 "
Verlust bei 7·72° Differenz . . . . = 11·71 "

In der ersten Stunde abgegebene Wärme: 19·90 Cal.

Berechnung.

Durchgeströmte Luft 185 Liter.

Mittlerer Barometerstand 766·25 Mill.

Mittlere Erwärmung des Calorim. . . . . . = 0·36° = 14·22 Cal.
" " der Luft . . . . = 6·55° = 0·34 "
Im mitgenommenen Wasserdampf . . . . = 0·83 "
Verlust bei 7·61° Differenz . . . . = 7·69 "

In der zweiten Stunde abgegebene Wärme: 23·08 Cal.

Berechnung.
Durchgeströmte Luft 88·5 Liter.
Mittlerer Barometerstand 766·5 Mill.

Mittlere Erwärmung des Calorim. . . . . . . = 0·21° = 8·29 Cal.
" " der Luft . . . . . . = 6·71° = 0·16 "
Im mitgenommenen Wasserdampf . . . . = 0·42 "
Verlust bei 7·735° Differenz . . . . = 3·25 "

In der fünften halben Stunde abgegebene Wärme: 12·12 Cal.
In 2½ Stunden ausgehauchte CO^2 = 13·1 Gramm.

10) 22. Juli Körpergewicht 10470 Gramm. Eingesetzt 11 h 36 Min. mit Temp. 39·3°.

Zeit	I.	II.	E.	A.	Z.	Bemerkungen.
11h 45′	25·88	25·80	19·83	22·00	21·00	Barom. 764 Mill.
55′	90	82	83	70	02	
12h 5′	97	89	90	23·40	00	
15′	26·02	95	20·00	86	20·98	Der Hund ist
25′	10	26·01	01	88	97	ruhig.
35′	16	08	05	24·05	96	
45′	24	20	00	15	97	Barom. 764 Mill.
Mittel	26·04	25·96	19·95	23·43	20·99	

Herausgenommen 12 h 50 Min. mit Temp. 39·5°.

Berechnung.
Durchgeströmte Luft 167 Liter.
Mittlerer Barometerstand 764 Mill.

Mittlere Erwärmung des Calorim. . . . . . . 0·38° = 15·01 Cal.
" " der Luft . . . . 3·48° = 0·16 "
Im mitgenommenen Wasserdampf . . . . = 0·39 "
Verlust bei 5·01° Differenz . . . . = 7·60 "

In einer Stunde abgegebene Wärme: 23·16 Cal.

In der folgenden Versuchsreihe (III) wurde wie oben (S. 22) angegeben die Eintrittsluft getrocknet; die austretende Luft war nichtsdestoweniger mit Wasser gesättigt, die Berechnung der Sättigungsmengen der austretenden Luft ergiebt, dass diese von den bekannten Grössen des Perspirationswassers bei Weitem übertroffen werden.

III. Schwarzer Hund (F) seit dem 28. August täglich mit 400 Gramm Fleisch, 5 Gramm Schmalz und 100 Ccm. Wasser gefüttert; nur am 6. September hat er Nichts als 200 Ccm. Wasser zu sich genommen.

11) 12. September. Körpergewicht 5790 Gramm. Eingesetzt 10h 50 Min. mit Temp. 38·9°.

Zeit	I.	II.	E.	A.	Z.	Bemerkungen.
11h 0′	27·74	27.81	21·33	23·35	21·68	Barom. 761 Mill.
10′	74	82	32	25·40	72	
20′	75	83	66	86	76	Der Hund ist sehr ruhig
30′	77	85	90	26·00	79	
40′	79	86	22·00	12	79	
50′	81	90	72	40	78	
12h 0′	84	92	11	45	76	Barom. 761 Mill.
Mittel	27·78	27·86	21·86	25·65	21·75	
10′	88	95	54	51	74	
20′	92	28·00	75	56	71	
30′	96	04	91	50	70	Ganz ruhig.
40′	99	06	14	58	70	
50′	28·01	08	36	60	68	
1h 0′	03	10	34	21	69	Barom. 760·5 Mill.
Mittel	27·95	28·02	22·45	26·49	21·71	
10′	09	16	29	45	70	
20′	12	19	29	45	72	
30′	17	25	36	50	81	Ganz ruhig.
40′	20	28	50	50	93	
50′	23	31	60	55	22·01	
2h 0′	26	34	65	70	00	Barom. 760·5 Mill.
Mittel	28·16	28·23	22·43	26·48	21·84	

Herausgenommen 2h 6 Min. mit Temp. 38·9°.

Berechnung.

Durchgeströmte Luft 213 Liter.

Mittlerer Barometerstand 761 Mill.

Mittlere Erwärmung des Calorim. . . . . . = 0·105° = 4·15 Cal.

„ „ der Luft . . . . = 3·79° = 0·23 „

Im mitgenommenen Wasserdampf . . . . = 3·11 „

Verlust bei 6·07° Differenz . . . . = 9·21 „

In der ersten Stunde abgegebene Wärme: 16·70 Cal.

Berechnung.
Durchgeströmte Luft 200·5 Liter.
Mittlerer Barometerstand 760·75 Mill.

Mittlere Erwärmung des Calorim.	= 0·185°	= 7·31 Cal.
„ „ der Luft	= 4·04°	= 1·19 „
Im mitgenommenen Wasserdampf		= 3·05 „
Verlust bei 6·275° Differenz		= 6·34 „
In der zweiten Stunde abgegebene Wärme:		16·89 Cal.

Berechnung.
Durchgeströmte Luft 143 Liter.
Mittlerer Barometerstand 760·5 Mill.

Mittlere Erwärmung des Calorim. . : . . .	= 0·235°	= 9·28 Cal.
„ „ der Luft	= 4·05°	= 0·16 „
Im mitgenommenen Wasserdampf		= 2·20 „
Verlust bei 6·355° Differenz		= 5·34 „
In der dritten Stunde abgegebene Wärme:		16·98 Cal.

In 3 Stunden ausgehauchte CO^2 = 10·95 Gramm.

12) 14. September. Körpergewicht 5755 Gramm. Eingesetzt 10h 55 Min. mit Temp. 38·9°.

Zeit	I.	II.	E.	A.	Z.	Bemerkungen.
11h 5′	27·34	27·41	20·84	22·90	21·07	Barom. 754 Mill.
15′	36	42	95	25·30	09	Der Hund ist anfangs etwas unruhig, später ganz ruhig.
25′	38	44	21·30	56	15	
35′	40	46	66	75	24	
45′	41	48	82	80	26	
55′	44	50	22·07	85	25	
12h 5′	46	53	22	87	27	Barom. 754 Mill
Mittel	27·40	27·46	21·55	25·29	21·19	
15′	50	56	35	72	29	Ganz ruhig.
25′	52	59	45	75	25	
35′	56	61	55	83	21	
45′	60	64	65	90	28	
55′	63	68	82	26·00	25	
1h 5′	66	71	93	10	24	Barom. 756 Mill.
Mittel	27·56	27·61	22·57	25·88	21·26	

Zeit	I.	II.	E.	A.	Z.	Bemerkungen.
15′	70	74	96	12	24	
25′	73	77	23·06	15	24	
35′	75	82	12	20	23	Ganz ruhig.
45′	78	84	20	21	22	
55′	80	87	25	22	22	
2h 5′	83	90	40	30	23	Barom. 756·5 Mill.
Mittel	27·75	27·81	23·13	26·19	21·23	

Herausgenommen 2 h 11 Min. mit Temp. 38·8°.

Berechnung.

Durchgeströmte Luft 163·5 Liter.

Mittlerer Barometerstand 754 Mill.

Mitttlere Erwärmung des Calorim. . . . . . . = 0·12° = 4·74 Cal.
„ „ der Luft . . . . = 3·74° = 0·17 „
Im mitgenommenen Wasserdampf . . . . = 2·33 „
Verlust bei 6·24° Differenz . . . . = 9·47 „

In der ersten Stunde abgegebene Wärme: 16·71 Cal.

Berechnung.

Durchgeströmte Luft 150·5 Liter.

Mittlerer Barometerstand 755 Mill.

Mittlere Erwärmung des Calorim. . . . . . . = 0·19° = 7·50 Cal.
„ „ der Luft . . . . = 3·31° = 0·14 „
Im mitgenommenen Wasserdampf . . . . = 2·24 „
Verlust bei 6·325° Differenz . . . . = 6·39 „

In der zweiten Stunde abgegebene Wärme: 16·27 Cal.

Berechnung.

Durchgeströmte Luft 162 Liter.

Mittlerer Barometerstand 756·25 Mill.

Mittlere Erwärmung des Calorim. . . . . . . = 0·18° = 7·11 Cal.
„ „ der Luft . . . . = 3·06° = 0·14 „
Im mitgenommenen Wasserdampf . . . . = 2·43 „
Verlust bei 6·55° Differenz . . . . = 5·51 „

In der dritten Stunde abgegebene Wärme: 15·19 Cal.

Anmerkung. Das auffallende Steigen des die Temperatur der Eintrittsluft anzeigenden Thermometers (E) in diesem Versuche rührt, wie ich erst während des Versuchs bemerkte, davon her, dass die Woulf'sche Flasche, in welche das Thermometer hineinragte, dieses Mal etwas mehr Schwefelsäure, als gewöhnlich, enthielt und Theilchen derselben, welche durch die Wasseraufnahme erwärmt war, durch den Luftstrom ab und zu an die Thermometerkugel geschleudert wurden. Der dadurch bedingte Fehler ist verschwindend klein und fällt in die bei der Berechnung nicht mehr berücksichtigten Decimalstellen.

Wenn ich die im Vorstehenden und in der früheren Abhandlung mitgetheilten Versuche, sowie endlich noch einige andere unter denselben Umständen angestellten und an einem anderen Orte (Untersuchungen über den fieberhaften Process und seine Behandlung. Berlin 1873 S. 30—46 veröffentlichten Versuche[1]) zusammennehme, so glaube ich eine der Zahl nach hinlängliche Grundlage zur Bestimmung der normalen von ausgewachsenen Hunden während des Tages erzeugten und abgegebenen Wärmemengen geschaffen zu haben. Dass die Thiere während der in Rede stehenden Versuche sich wirklich unter normalen, wenn auch nicht in den gewöhnlichen Verhältnissen befanden, jedenfalls nicht unter Bedingungen, die nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen ganz abnorme Zustände in ihrem Wärmehaushalt hervorrufen mussten, darf ich nach Demjenigen, was ich früher und beiläufig auch im Vorstehenden schon angeführt habe, als selbstverständlich ansehen. Ich wiederhole in dieser Beziehung nur, dass, gleichviel nach welcher Dauer die Versuche abgebrochen und die Thiere aus dem Apparat genommen wurden (und ich habe ausser den mitgetheilten Versuchen auch solche, die wegen anderweitiger Störungen sofort nach dem Beginn unterbrochen werden mussten), sie sich immer ganz wie in der Norm verhielten, auch nicht die geringste Störung ihres Befindens und namentlich ihrer an den zugänglichen Stellen beobachteten Eigenwärme zeigten. Das Einzige, worin bei den Versuchen eine bemerkenswerthe Abweichung von dem gewöhnlichen Verhalten der Thiere am Tage ausserhalb des Apparates bestand und worin vielleicht

---

1) Es sind die hier als „erste Hungertage" bezeichneten No. 19, 23, 27, 28.

ein Bedenken gegen die Zulässigkeit der gefundenen Werthe als normale gesehen werden könnte, ist der Umstand, dass die Thiere während des Versuches sich in einem vollständig dunklen Raume befanden. Indess scheint mir dieser Umstand doch nicht besonders schwerwiegend zu sein. Zwar ist es gewiss, dass das Licht einen Einfluss auf die Stoffwechselvorgänge und somit wohl auch auf die Wärmebildung nicht blos der Pflanzen, sondern auch der Thiere ausübt, doch macht sich dieser Einfluss wenigstens bei den höheren Thieren nach Allem, was darüber bekannt ist und was auch die Aerzte von dem Einfluss der Lichtentziehung auf den menschlichen Organismus wissen, sicher nur sehr langsam und allmälig geltend, so dass erst nach Verlauf sehr grosser Zeiträume und jedenfalls viel grösserer, als die, um welche es sich hier handelt, ein Unterschied zur Wahrnehmung kommen könnte. Für die Ausathmung der Kohlensäure scheint der Einfluss der Dunkelheit allerdings nicht gleichgültig zu sein, wenn die Angaben von Selmi und Piacentini[1]) sich bestätigen sollten, dass Hunde unter schwarzem Glase weniger CO^2, als unter weissem ausathmen (im Verhältniss von 82·07 : 100). In diesem Falle und wenn der vermehrten Ausathmung eine vermehrte Bildung der CO^2 zu Grunde läge und diese als ein Maass für die Wärmebildung gelten sollte, würden die von uns gefundenen Wärmemengen vielleicht als etwas zu klein betrachtet werden müssen. Sehr erheblich anders würden sie aus dem angegebenen Grunde wenigstens für den Zeitraum von einigen Stunden auch wohl nicht ausfallen, wenn die Thiere in einem dem Lichte zugänglichen Calorimeter sich befänden (was übrigens bei einem neuen Apparat sich wohl einrichten liesse), und ich halte demnach die Wärmemengen, wie sie unter den von mir hergestellten Versuchsbedingungen zur Beobachtung kamen, für normale oder nahezu normale.

Solcher Versuche habe ich nun im Ganzen 26 an 6 Hunden

1) Rendiconti del Reale Ist. Lombardo Ser. II. Vol. III. fasc. II. — Aehnliche Angaben für Frösche machte Moleschott schon 1855. Wiener Mediz. Wochenschrift Nr. 43.

angestellt, welche zusammen $48^1/_2$ Stunden umfassen[2]). Und zwar vertheilen sich diese, wie folgt:

1) Hündin (A) mit einem Gewicht von 5350—5450 Grammen producirte bei 5 Versuchen in 5 Einzelstunden zwischen 11·52 und 13·95 Cal. im Mittel 12·63 oder

auf 1 Kilo Körpergewicht 2·34 Cal.

2) Hund (B) mit einem Gewicht von 6080—6100 Grammen producirte in 2 Versuchen von je 1 Stunde 15·67 und 17·32 Cal., also im Mittel 16·49 oder

auf 1 Kilo Körpergewicht 2·71 Cal.

3) Hund (C) mit einem mittleren Gewicht von 7520 Grammen (7500—7550) producirte in 3 Versuchen von je 1 Stunde 15·14—19·14 Cal., im Mittel 16·88 Cal. oder

auf 1 Kilo Körpergewicht 2·24 Cal.

4) Hund (D) mit einem mittleren Gewicht von 4235 Grammen (4160—4325) producirte in 22 Stunden (9 Versuche) durchschnittlich 12·20 Cal. (10·62—13·76) oder

auf 1 Kilo Körpergewicht 2·88 Cal.

5) Hund (E) mit einem mittleren Gewicht von 10690 Grammen (10460—11140) producirte in $6^1/_2$ Stunden (3 Versuche) durchschnittlich 23·28 Cal. (19·90—26·68) oder

auf 1 Kilo Körpergewicht 2·18 Cal.

6) Hund (F) mit einem mittleren Gewicht von 5715 Grammen (5597—5790) producirte in 10 Stunden (4 Versuche) durchschnittlich 16·26 Cal. (14·88—17·27) oder

auf 1 Kilo Körpergewicht 2·85 Cal.

Die Uebereinstimmung der auf die Gewichts- und Zeiteinheit berechneten Wärmemengen ist gross genug, um daraus einen gültigen Mittelwerth abzuleiten, und als solcher würden sich 2·53 Cal. ergeben, d. h. von ausgewachsenen nüchternen Hunden werden in unserem Klima und in

2) Hierbei sind einige zu besonderen Zwecken (s. d. frühere Abh. S. 48) angestellte Versuche von nur halbstündiger Dauer nicht mitgezählt. Ihr Ergebniss steht mit dem der oben berücksichtigten in guter Uebereinstimmung.

Der eine jener 6 Hunde (B) mit 2 Versuchen (6 u. 7 der früheren Abh.) konnte nicht so gleichmässig, wie die anderen, ernährt werden, befand sich übrigens aber ganz normal.

der wärmeren Jahreszeit während einer Tagesstunde auf je 1 Kilo ihres Körpergewichts im Mittel 2.53 Cal. erzeugt und abgegeben. Kleinere Hunde scheinen nach der obigen Zusammenstellung verhältnissmässig etwas mehr, grössere etwas weniger Wärme zu bilden und auszugeben, was ja mit den gewöhnlichen Vorstellungen von der grösseren Lebhaftigkeit des Stoffwechsels bei jenen und unseren Kenntnissen über die Mengenverhältnisse der Verbrennungsproducte bei kleineren und grösseren Thieren übereinstimmt.

Dass ich die hier gefundenen Zahlen ausdrücklich nur für erwachsene Hunde, wie meine Versuchsthiere waren, geltend lasse und nicht auch für junge, noch im Wachsen begriffene Thiere, bedarf keiner Rechtfertigung. Nach Allem, was wir über die Harnstoff- und Kohlensäure-Ausscheidung von Thieren und Menschen in der Wachsthumsperiode wissen, ist nicht zu bezweifeln, dass während derselben die Bildung und Abgabe von Wärme verhältnissmässig grösser ist, als später.

Ebenso halte ich es für selbstverständlich, dass aus den hier am Tage angestellten Versuchen nicht ein Durchschnittswerth für eine ganze, Tag und Nacht umfassende, vierundzwanzigstündige Periode berechnet werden darf, wie zumal bei Stoffwechseluntersuchungen nicht selten geschieht und wie es namentlich auch mit den von Dulong und Despretz in ihren, übrigens aus früher von mir angegebenen Gründen (a. a. O. S. 3. u. S. 8.) fehlerhaften calorimetrischen Versuchen geschehen ist. Schon daraus, dass die Endproducte des Stoffwechsels nicht in denselben Mengen am Tage, wie in der Nacht ausgeschieden werden, sondern unter übrigens gleichen Verhältnissen Nachts in geringerer Menge, lässt sich vermuthen, dass auch die Wärmebildung nicht gleichmässig Tag und Nacht vor sich gehe. Dass sie ebenfalls in der Nacht weniger lebhaft sei, ist nicht gerade unwahrscheinlich, wiewohl ich es nicht für ohne Weiteres zulässig halte, dies aus dem Gang der Ausscheidungsproducte zu schliessen. Denn da die Umsetzungen und Verbrennungen, welche schliesslich zu den bekannten Auswurfsstoffen führen, nur allmählich und stufenweise erfolgen, wobei fortwährend Wärme frei werden kann, so wird die Abgabe beider, der Wärme einerseits und der Endproducte anderer-

seits, nicht gleichmässig zu erfolgen brauchen, es kann bereits viel Wärme entwickelt sein, wenn von den Endproducten noch wenig oder gar Nichts gebildet ist, wenn sie noch nicht bis zur Ausfuhr fertig gediehen sind. Es kann endlich der eine oder der andere der vollständig fertigen Auswurfsstoffe vor seiner Entfernung mehr oder weniger lange Zeit im Körper noch verweilen, oder es könnte die freigewordene Wärme eine Zeit lang zurückgehalten werden, wiewohl dies Letztere unter gewöhnlichen physiologischen Verhältnissen wohl kaum geschieht, kurz — es sind Gründe genug dafür vorhanden, dass die Kraft- und Stoffausgabe nicht parallel gehen, wenigstens innerhalb kleinerer Zeiträume, und dass also aus dem Verhalten der einen nicht auf ein gleiches Verhalten der anderen während desselben (kleineren) Zeitraums geschlossen werden darf.

Ich habe in der mehrerwähnten früheren Abhandlung als ein sehr schlagendes Beispiel für das eben Gesagte die Verdauung angeführt (S. 27 ff.), bei welcher, wie die dort mitgetheilten Versuche beweisen, die Wärme- und Kohlensäure-Abgabe ganz ausserordentlich zunehmen, aber durchaus nicht gleichmässig. Auch in den neueren Versuchen habe ich dies noch mehrmals bestätigen können, ich nehme aber von der ausführlichen Mittheilung aller dieser Versuchstabellen der Raumersparniss wegen Umgang. Nur von einem Versuch will ich wenigstens das Endergebniss in Zahlen mittheilen, weil er zeigt, wie lange nach der Nahrungseinnahme die Vermehrung der Ausgaben noch anhält. Dieser Versuch wurde an dem Hunde (E) angestellt, welcher im nüchternen Zustande durchschnittlich 23·28 Calor. in einer Stunde abgab (s. S. 39) Die stündlich ausgehauchte Kohlensäure betrug dabei nach drei Bestimmungen 5·2—5·5 Gramm. Am 22. Juli 1872 war er um 1 Uhr Mittags in der gewöhnlichen Weise gefüttert worden und gab von 6 bis 7 Uhr, also in der sechsten Stunde der Verdauung ab: 35·43 Cal. und 9·5 Gramm CO^2. Seine Temperatur, im Rectum gemessen, betrug zu Anfang und zu Ende des Versuchs 39·4^0. — Es scheint zugleich, wenn man aus dieser einen Beobachtung schliessen darf, dass in der späteren Zeit der Verdauung die Kohlensäure-Ausscheidung mehr zunimmt, als die Wärmeabgabe, welche Anfangs über-

wiegt, so dass vielleicht nach vollständigem Ablauf der Verdauung und ihrer unmittelbaren Folgen im Ganzen die Erhebung beider über den Mittelwerth des nüchternen Zustandes eine gleichmässige sein mag.

Von ganz besonderer Wichtigkeit scheint es mir, den Einfluss der Jahreszeit (und wohl auch des Klimas) auf die Wärmebildung hervorzuheben, auf welchen ich beiläufig schon in meiner früheren Abhandlung (S. 53) hingedeutet habe. Ursprünglich nicht in der Absicht, gerade diesen Einfluss zu prüfen, habe ich doch aus einigen Versuchen, welche ich in der kälteren Jahreszeit angestellt habe, so unzweideutige Resultate erhalten, dass sie mir der Mittheilung werth erscheinen, um so mehr, als sie mit den gewöhnlichen Anschauungen über das Verhalten des Stoffwechsels und der Wärmebildung in den verschiedenen Jahreszeiten nicht in Einklang stehen. Die Versuche wurden in Fortsetzung der älteren, früher veröffentlichen angestellt und der Zeit nach zwischen diesen und den neueren, von welchen im Vorstehenden die Rede war. Es war deshalb die Anordnung noch die ältere, jeder Versuch dauerte nicht über eine Stunde, die Bestimmung der Kohlensäure geschah in der früheren Weise mit Proben aus der Gesammtmenge der Ausathmungsluft und der Abkühlungs-Coëfficient war ebenfalls der alte, nämlich für die eine Stunde 1·38 Cal.

Das Wasser des Calorimeters wurde bei diesen Versuchen, da der Verlust an Wärme grösser war, etwas wärmer genommen als in den meisten früheren; seine Temperatur näherte sich der höchsten Grenze (28°—29°), welche zur Erhaltung der normalen Eigenwärme der Thiere unter den Versuchsbedingungen sich erforderlich gezeigt hatte.

Die Versuche siud die folgenden:

IV. Schwarze Hündin (A), dieselbe welche zu den älteren Versuchen 1—5 (a. a. O. S. 17 ff.) benutzt worden war, hatte in den ersten Tagen des Septembers (5. bis 7.) 1871 ein durch Eitereinspritzung hervorgerufenes mässiges Fieber durchgemacht, sich aber bald wieder ganz munter befunden und nach Belieben gefressen. Seit dem 28. September wurde sie wieder ganz in der früheren Weise, mit 300 Gramm Pferdefleisch und

5 Gramm Schmalz täglich gefüttert. Ihr Körpergewicht nahm aber ganz allmählich, wenn auch nicht stetig jeden Tag, ab. Es betrug zu Anfang dieser Fütterung 5100 Gramm.

13) 18. October 1871. Körpergewicht 4870 Gramm. Eingesetzt 12h 33 Min. mit Temp. 39·3°.

Zeit	I.	II.	E.	A.	Z.	Bemerkungen.
12h 42′	28·85	28·93	12·00	14·70	11·81	Barom. 765 Mill.
52′	72	80	06	19·08	90	
1h 2′	64	70	11	20·10	98	Der Hund verhält sich ganz ruhig.
12′	59	67	19	22·35	12·10	
22′	55	64	29	51	45	
32′	50	57	28	69	48	
42′	47	53	30	23·20	60	Barom. 765 Mill.
Mittel	28·62	28·69	12·18	20·66	12·19	

Herausgenommen 1 h 46 Min. mit Temp. 39·1°.

Berechnung.
Durchgeströmte Luft 112·5 Liter
Mittlerer Barometerstand 765 Mill.

Mittlere Erwärmung des Calorim. . . = – 0·39° = – 15·40 Cal.
„ „ der Luft . . . . . = 8·48° = 0·27 „
Im mitgenommenen Wasserdampf . . . . = 0·49 „
Verlust bei 16·465° Differenz . . . . = 22·72 „
In einer Stunde abgegebene Wärme: 8·08 Cal.
„ „ „ Kohlensäure: . . . 2·243 Gramm.

Die in 24 Stunden entleerte Harnmenge betrug 210 Ccm. mit 24·2 Gramm Harnstoff.

15) 19. October. Körpergewicht 4870 Gramm. Eingesetzt 12h 28 Min. mit Temp. 39·5°.

Zeit	I.	II.	E.	A.	Z.	Bemerkungen.
12h 38′	27·45	27·56	13·00	15·10	12·93	Barom. 761 Mill.
48′	34	48	02	17·60	13·00	
58′	30	43	02	20·01	09	Hund ist ganz ruhig.
1h 8′	25	40	10	40	15	
18′	22	37	15	44	26	
28′	19	33	24	80	30	
38′	16	31	30	21·20	40	Barom. 761 Mill.
Mittel	27·27	27·41	13·12	19·36	13·16	

Herausgenommen mit Temp. 39·5°.

Berechnung.
Durchgeströmte Luft 112·5 Liter.
Mittlerer Barometerstand 761 Mill.

Mittlere Erwärmung des Calorim. . . . = — 0·27° = — 10·66 Cal.
„ „ der Luft . . . . = 6·24° = 0·20 „
Im mitgenommenen Wasserdampf . . . . = 0·35 „
Verlust bei 14·18° Differenz . . . . = 19·57 „

In einer Stunde abgegebene Wärme: 9·46 Cal.
„ „ „ Kohlensäure: 2·98 Gramm.

Die in 24 Stunden entleerte Harnmenge betrug 185 Ccm. mit 18·31 Gramm Harnstoff.

16) 20. October. Körpergewicht 4845 Gramm. Eingesetzt 12 h 37 Min. mit Temp. 39·4°.

Zeit	I.	II.	E.	A.	Z.	Bemerkungen.
12h 46′	28·42	28·31	13·60	15·20	13·62	Barom. 763 Mill.
56′	33	24	54	19·45	60	
1h 6′	26	17	38	20·55	58	
16′	22	12	40	22·80	63	Hund ist ruhig.
26′	19	10	43	09	70	
36′	17	07	45	66	79	
46′	13	02	53	85	83	Barom. 762 5Mill.
Mittel	28·25	28·15	13·48	20·80	13·68	

Berechnung.
Durchgeströmte Luft 112·5 Liter.
Mittlerer Barometerstand 762·75 Mill.

Mittlere Erwärmung des Calorim. . . . = — 0·29° = — 11·45 Cal.
„ „ der Luft . . . . = 7·32° = 0·23 „
Im mitgenommenen Wasserdampf . . . . = 0·43 „
Verlust bei 14·52° Differenz . . . . = 20·04 „

In einer Stunde abgegebene Wärme: 9·25 Cal.
„ „ „ Kohlensäure: 2·52 Gramm.

Die in 24 Stunden entleerte Harnmenge betrug 210 Ccm. mit 24·9 Gramm Harnstoff.

In einem vierten anderweitig schon veröffentlichten Versuch (Unters. über den fieberhaften Process, S. 24), der um dieselbe Zeit angestellt wurde, betrug die einstündige Abgabe von Wärme 8·67 Cal. und von Kohlensäure 2·723 Gramm bei einem Körpergewicht von 4825 Gramm.

V. Hühnerhund (C), welcher zu den älteren Versuchen 8—10 (a. a. O. S. 22 ff.) gedient hatte, war seit dem 28. September ganz in derselben Weise, wie früher, mit 400 Gramm Pferdefleisch und 10 Gramm Schmalz gefüttert worden. Dabei nahm sein Körpergewicht von 7500 allmählich und sprungweise ab, so dass es oft mehrere Tage fast unverändert blieb oder etwas stieg.

17) 12. October. Körpergewicht 7300 Gramm. Eingesetzt 11h 52 Min. mit Temp. 39·0°.

Zeit	I.	II.	E.	A.	Z.	Bemerkungen.
12h 0'	28·54	28·56	11·30	14·20	11·36	Barom. 768 Mill.
10'	42	46	31	16·16	38	
20'	38	40	39	18·55	41	Der Hund verhält sich ruhig.
30'	35	33	40	19·70	50	
40'	32	30	42	20·86	58	
50'	30	26	50	90	62	
1h 0'	26	25	50	80	65	Barom. 767·5 Mill.
Mittel	28·37	28·37	11·40	18·74	11·50	

Herausgenommen 1h 5 Min. mit Temp. 38·9°.

Berechnung.
Durchgeströmte Luft 112·5 Liter.
Mittlerer Barometerstand 767·75 Mill·

Mittlere Erwärmung des Calorim. . .	= − 0·295°	= −	11·65 Cal.
„ „ der Luft . . .	= 7·34°	=	0·24 „
Im mitgenommenen Wasserdampf		=	0·39 „
Verlust bei 16·87° Differenz		=	23·28 „
In einer Stunde abgegebene Wärme:			12·26 Cal.
„ „ „ Kohlensäure:			2·82 Gramm.

18) 13. October. Körpergewicht 7270 Gramm. Eingesetzt 12h 50 Min. mit Temp. 38·7°.

Zeit	I.	II.	E.	A.	Z.	Bemerkungen.
12h 58'	28·56	28·66	12·00	15·00	11·91	Barom. 774 Mill.
1h 8'	45	56	11·92	16·90	98	
18'	38	49	93	18·65	92	Der Hund ist ruhig.
28'	33	45	88	20·38	87	
38'	30	43	80	93	85	
48'	26	39	76	21·80	88	
58'	24	35	80	30	90	Barom. 774 Mill.
Mittel	28·36	28·48	11·87	19·28	11·90	

Herausgenommen mit Temp. 39·0°.

Berechnung.

Durchgeströmte Luft 112·5 Liter.

Mittlerer Barometerstand 774 Mill.

Mittlere Erwärmung des Calorim. . .	= − 0·315°	= −	12·44 Cal.
„ „ der Luft	= 7·41°	=	0·24 „
Im mitgenommenen Wasserdampf		=	0·41 „
Verlust bei 16·52° Differenz		=	22·80 „
In einer Stunde abgegebene Wärme:			11·01 Cal.
„ „ „ Kohlensäure:			2·63 Gramm.

In einem dritten anderweitig schon veröffentlichen Versuch (Unters. über d. fieberh. Process S. 20) war die einstündige Abgabe von Wärme 12·64 Cal. und von Kohlensäure 2·883 Gramm bei einem Körpergewicht von 7230 Gramm.

Es ergiebt sich für die Hündin (A) aus im Ganzen vier einstündigen Versuchen im Mittel eine Wärmeabgabe von 8·89 Calor. (Min. 8·08. Maxim. 9·46) für eine Tagesstunde im October oder a u f 1 K i l o K ö r p e r g e w i c h t 1·84 C a l o r., während dasselbe Thier zwei Monate vorher, im August und bei einer ungefähr 10° höheren Zimmertemperatur eine mittlere Wärmeabgabe von 12·63 Calor. und 2·34 Cal. auf 1 Kilo Gewicht gezeigt hatte (s. oben S. 39).

Der Hund (C) gab nach drei Versuchen im Mittel 11·97 oder a u f 1 K i l o s e i n e s G e w i c h t s 1·65 C a l o r. ab, während er im August 16·88 Calor. oder 2·24 auf 1 Kilo Gewicht durchschnittlich abgegeben hatte.

Ebenso auffallend war bei beiden Thieren die Abnahme der ausgeathmeten Kohlensäure in den kälteren Monaten. Die Hündin (A) hatte früher eine stündliche Kohlensäure-Ausscheidung von durchschnittlich 3·455 Gramm (s. dieses Archiv 1872 S. 20), jetzt von nur 2·616 Gramm. Der Hund (C) hatte früher (a. a. O. S. 24) 3·154 Gramm durchschnittlich in einer Tagesstunde ausgehaucht, jetzt nur 2·78 Gramm.

Diese Ergebnisse waren mir, wie ich gestehe, so unerwartet, dass ich sie anfangs für falsch hielt und irgend einen Fehler in der Methode vermuthete; insbesondere glaubte ich, dass der bei der Berechnung der Wärmeverluste zu Grunde gelegte Abkühlungscoëfficient bei der grösseren Differenz zwischen der Temperatur des Calorimeterwassers und derjenigen

des Zimmers vielleicht nicht mehr zuträfe, namentlich da auch bei den in der kälteren Umgebung angestellten Versuchen die beiden Thermometer (I und II), welche die Temperatur der obersten und untersten Schicht des Calorimeterwassers maassen, meistens etwas mehr differirten, als es sonst bei den Versuchen der Fall gewesen war. Indessen überzeugte ich mich durch mehrere nochmals zu diesem besonderen Zweck angestellte Controlversuche, bei ebenso grossen und selbst etwas grösseren Differenzen, dass der Abkühlungs-Coëfficient noch ganz derselbe war. Auch gaben die Versuche selbst so übereinstimmende Resultate und die Abweichung dieser von den früher erhaltenen war so gross, dass von zufälligen Schwankungen nicht die Rede sein konnte, denn die höchsten Werthe der in dem kälteren Monat abgegebenen Wärmemengen blieben stets noch unter den niedrigsten der vorher in der wärmeren Jahreszeit gefundenen. Ferner zeigte die Kohlensäure, deren Bestimmung doch genau in der früheren Weise ausgeführt wurde, ganz dasselbe Verhalten und endlich stimmten die später, im darauffolgenden Sommer, von Neuem aufgenommenen Versuche, die oben mitgetheilt sind, wieder ganz mit den früheren des ersten Sommers überein, während doch der Apparat und die Methode der Wärmemessung unverändert geblieben waren. Ich kann also nicht umhin, in den veränderten Ergebnissen nicht die Wirkung eines Zufalls oder Versuchsfehlers zu sehen, sondern einer anderen wesentlich veränderten Bedingung und als solche vermag ich nur die Veränderung der Jahreszeit aufzufinden. Alle anderen Bedingungen waren dieselben geblieben, die Hunde wurden nach wie vor und besonders in ihrer Ernährung ganz ebenso, wie früher, gehalten. Denn wenn auch in dem ihnen gereichten abgewogenen Futter die einzelnen Elementarbestandtheile gewiss nicht jeden Tag in derselben ganz absolut genauen Menge vorhanden gewesen sind, so konnten doch die Schwankungen nur unbedeutend sein und hätten sich in den wärmeren Monaten ebenso bemerklich machen müssen, wie in den kälteren. Auch für die Annahme, dass etwa das Futter nicht in derselben Weise und so vollständig verdaut und ausgenutzt worden wäre, wie im Sommer, liegt

nicht der geringste Grund vor; weder Erbrechen noch Diarrhoe waren vorhanden, die Kothentlehrung fand, wie immer, bei der angegebenen Nahrung in Zwischenräumen von mehreren Tagen statt, hatte die gewöhnliche Beschaffenheit des Fleischkothes, und selbst wenn dieser in seiner Zusammensetzung beträchtliche Abweichungen erlitten hätte, so würde auch das bei der im Ganzen nur geringen Menge (auf den Tag kamen immer nur wenige Grammes) von gar keinem Belang sein können.

Das Einzige, worin die Versuche in der kälteren Jahreszeit von den anderen sich unterschieden, war, dass bei ihnen die Athmungsluft mit einer etwas niedrigeren Temperatur in das Calorimeter trat, der Hund hier also von einer kühleren Zugluft getroffen wurde. Allein hierdurch hätte doch nur eine stärkere Wärmeentziehung auf das Thier ausgeübt werden können, seine Wärmeabgabe hätte unter allen Umständen eine verhältnissmässig grössere sein müssen, was doch eben nicht der Fall war, und sein Körper hätte abnorm abkühlen müssen, was ebenso wenig geschah. Wenigstens liess die Temperaturmessung im Rectum Nichts davon erkennen, die peripherischen Körpertheile fühlten sich warm an wie sonst und die Thiere selbst verriethen keine Spur von Frostempfindung, Zittern und dergleichen. Auch war sonst der abkühlende Einfluss der Luft, selbst wenn sie im schnellsten Strome durchgeleitet wurde, gar nicht zu erkennen, oder vielmehr er wurde dadurch, dass sich der Thierkasten in erwärmtem Wasser befand, ganz aufgewogen; es gab auch im Sommer kühlere Tage, an denen die Eintrittsluft nur sehr wenig wärmer war, als in den Versuchen der späteren Jahreszeit, ohne dass doch dort die Wärmeabgabe so beträchtliche Abweichungen gezeigt hätte. Dieser Unterschied, welcher durch die Temperatur der Eintrittsluft bedingt wurde, hätte durch Erwärmung derselben wohl beseitigt werden können, doch war ich leider dazu nicht im Stande, da das für die Versuche mir zu Gebote stehende Zimmer nicht heizbar war. Eine anderweitige Erwärmung der Luft vor ihrem Eintritt in den Apparat wäre aber nicht nur sehr umständlich gewesen, sondern hätte auch die Umgebung des Apparates ungleich erwärmt und dadurch die Bestimmung eines Wärmeverlustes trügerisch gemacht.

Endlich konnte auch von einer abnormen Anhäufung der Wärme im Thierkörper, durch welche die verminderte Abgabe sich hätte erklären lassen, keine Rede sein, da die Körpertemperatur immer nur die normalen, in engen Grenzen sich bewegenden Schwankungen zeigte.

Ich muss also dabei stehen bleiben, dass unter dem Einfluss der veränderten, kälteren Jahreszeit die Wärmebildung jener beiden Hunde eine Herabsetzung erfahren hatte, ebenso wie der Stoffwechsel, soweit sich dieses in der Abgabe von Kohlensäure bemerklich machte. Die Harnstoff-Ausscheidung liess in 24 Stunden eine Abnahme nicht erkennen, sie war im Gegentheil eher noch etwas gesteigert, wohl im Zusammenhange mit der Steigerung der Harnmenge, welche letztere wieder die Folge der im Winter verminderten Abgabe von Wasserdampf ist.

Wenn die Thiere, wie ich eben angegeben habe, von einem Tag zum anderen dieselbe Menge eines wenigstens annähernd gleich zusammengesetzten Futters verzehrten und ausnutzten, wenn sie also täglich fast genau dieselbe Wärmemenge entwickeln mussten, dabei niemals eine nennenswerthe mechanische Arbeit leisteten und doch während der kälteren Jahreszeit im nüchternen Zustande am Tage weniger Wärme erzeugten als in der wärmeren, so bleibt nur übrig anzunehmen, dass die Ausgleichung zur Zeit der Nacht oder der Verdauung stattgefunden habe, d. h. dass die Hunde in der Nacht oder während der Verdauung in der kälteren Jahreszeit mehr Wärme verloren haben, als in der wärmeren unter sonst gleichen Verhältnissen. Da es nicht wahrscheinlich ist, dass gerade die Nacht, der Schlaf und die Dunkelheit einen steigernden Einfluss auf die Wärmeabgabe ausüben, wohl aber bei der Verdauung schon in der Zunahme der Puls- und Athemfrequenz und des Umfanges der peripherischen Gefässe (Vierordt und Aberle)[1]) solche Bedingungen gegeben sind, auch abgesehen von der vermehrten Wärmebildung, so wird wohl die Annahme, dass der grössere Wärmeverlust während der Verdauung stattgefunden habe, am meisten berechtigt sein. Wir

1) Die Messung der Arteriendurchmesser. 1856. Tübingen.

würden es demnach als höchst wahrscheinlich betrachten dürfen, dass bei gleicher Ernährung in der kälteren Jahreszeit ein grösserer Theil der entwickelten Wärme während der Verdauung abgegeben wird als in der wärmeren, so dass dort in der ganzen übrigen Zeit nur noch ein kleinerer Rest zur Ausgabe kommen kann. Sicher ist, dass wenigstens am Tage nach beendigter Verdauung in der kälteren Jahreszeit weniger Wärme entwickelt wird.

Bisher war die gewöhnliche Ansicht von dem Einfluss der Jahreszeiten die, dass im Winter der Stoffwechsel und die Wärmebildung lebhafter seien, als im Sommer, und soweit vergleichende Untersuchungen hierüber vorliegen, ist diese Ansicht im Allgemeinen wohl begründet. So hat Barral[1]) in seinen bekannten Rechnungen über den Stoffhaushalt des Menschen gefunden, dass ein und derselbe 29jährige Mann während eines Wintertages um so viel mehr Umsetzungsproducte lieferte, dass sich daraus im Vergleich mit einem Sommertage eine Mehrbildung von etwa 1000 Calorien berechnen lässt. Dies steht in gar keinem Widerspruch mit dem, was unsere Versuche ergeben haben; denn erstens nahm Barral's Versuchsperson, welcher es überlassen war, ihre Lebensweise ganz nach eigenem Bedürfniss zu regeln, im Winter täglich ungefähr 325 Gramme (mit beinahe 100 Grammen C) mehr in der Nahrung zu sich, als im Sommer, und zweitens bleibt ja bei seinen, eine 24stündige Periode im Ganzen umfassenden Berechnungen nicht ausgeschlossen, dass die Mehrausgabe im Winter auf die Verdauungszeit fällt und im nüchternen Zustande, wie bei unseren Hunden, ebenfalls weniger als im Sommer abgegeben wurde.

Dass das Bedürfniss der Nahrungsaufnahme der Regel nach im Winter grösser ist, unterliegt gar keinem Zweifel, sowie es auch gewiss ist, dass dieser Zuschuss nicht im Körper aufgehäuft, sondern verbrannt, also zu einer stärkeren Entwickelung von Wärme (mit oder ohne äussere mechanische Arbeit) benutzt wird. Allein dies ist doch nur eine mittelbare Wir-

1) Annales de chimie et de physique. 3me Sér. XXV. p. 129 und: Statique chimique des animaux. Paris 1850, p. 245.

kung der kälteren Jahreszeit auf die Wärmebildung, denn, wie aus unseren Versuchen hervorgeht, wird durch sie, wenn der Einfluss der veränderten Nahrungsaufnahme ausgeschlossen ist, die Wärmebildung vielmehr auf ein niedrigeres Maass herabgedrückt. Das stärkere Nahrungsbedürfniss wiederum wird wohl hervorgerufen durch den stärkeren Trieb zur Muskelthätigkeit, welcher unzweifelhaft im Winter vorhanden ist und welcher in einer grösseren willkürlichen Arbeitsleistung seinen Ausdruck findet.[1]) Ist aber der Organismus nicht in der Lage, diesem Trieb zur Erwärmung durch stärkere Muskelarbeit zu folgen und den hierdurch gesteigerten Verbrauch durch grössere Zufuhr zu decken, so tritt keine Steigerung des Stoffumsatzes und der Wärmebildung etwa auf Kosten des eigenen Leibes ein, sondern eine Verminderung, Stoff- und Wärmehaushalt werden eingeschränkt. Man kann, scheint mir, in diesem Verhalten vielleicht schon eine gewisse, wenn auch entfernte Aehnlichkeit mit jener merkwürdigen Erscheinung des Winterschlafes mancher Säugethiere finden, vielleicht die ersten Anfänge dazu. Eine noch stärkere Herabdrückung ihres Haushaltes werden auf die Dauer wohl nur besonders organisirte Thiere, wie eben die Winterschläfer sind, ertragen.

Wie dem auch sei, schon die Thatsache allein, dass nüchterne Hunde in der kälteren Jahreszeit unter sonst ganz gleichen Verhältnissen weniger Wärme entwickeln, als in der wärmeren, scheint mir sehr bemerkenswerth; denn sie zeigt wenigstens, dass die geläufigen Ansichten von einer unmittelbaren Abhängigkeit der Wärmebildung von den Veränderungen der Jahreszeiten (und wohl auch des Klimas) in dieser Allgemeinheit unhaltbar sind. Und wenn auch Nichts weiter erreicht wird, so ist auch schon das Aufgeben einer irrigen Ansicht ein Fortschritt. Die so überaus verwickelte Lehre von der thierischen Wärme hat so viele Lücken, welche man bis jetzt nur

1) Man bedenke nur, dass im Winter beim Menschen schon das Tragen der (nach Pettenkofer um 3—5 Kilogr.) schwereren Kleidung, bei Thieren des dichteren Pelzes, dass ferner die grössere Häufigkeit der Athemzüge u. A. m. einen nicht zu unterschätzenden Zuwachs zur täglichen Arbeitsleistung darstellt.

durch Voraussetzungen auszufüllen vermocht hat, dass es nicht Wunder nehmen kann, wenn bisher jeder Versuch, neue Thatsachen zur Aufhellung dieses dunkelen Gebietes beizubringen, immer nur neue Räthsel geschaffen hat. Ich erinnere nur an die merkwürdigen Vorgänge beim Erwachen der Winterschläfer, welche Horwath[1]) vor Kurzem mitgetheilt hat und welche, wie er mit Recht bemerkt, mit unseren bisherigen Vorstellungen ganz und gar nicht zu vereinigen sind. Eine andere geradezu unerklärliche Thatsache, welche die Lebensweise der Hunde in kalten Landstrichen betrifft und deren Kenntniss ich Herrn Geh. Rath du Bois-Reymond verdanke, ist die folgende. Sie ist einer Reisebeschreibung von George Kennan[2]) entnommen, welcher von der Nützlichkeit der Hunde und ihrer gewaltigen Ausdauer in den nördlichen Gegenden Asiens bei einer Kälte von — 70° F. sprechend, sagt: „I have driven a teem of nine dogs more than a hundred miles „in a day and a night and have frequently worked them hard „for forty-eight hours without being able to give them a par„ticle of foot. In general they are fed once a day, „their allowance being a single dried fish, weigh„ing perhaps a pound and a half or two pounds. This „is given them at night, so that they begin another day's work „with empty stomachs.“ Wie soll man es sich erklären, dass diese Hunde mit den in einem gedörrten Fisch von 1½ oder 2 Pfund Gewicht enthaltenen Spannkräften täglich nicht nur den gewaltigen Wärmeverlust durch die Kälte ersetzen, sondern auch noch eine so bedeutende Arbeit leisten, wie die Fortbewegung ihres eigenen Körpers und des von ihnen meilenweit gezogenen Schlittens darstellt! Uebrigens steht diese Thatsache nicht vereinzelt da, denn Vieles, was wir sonst noch über die Ernährung und Lebensweise von Menschen und Thieren in verschiedenen Erdstrichen, namentlich den Polargegenden wissen, erscheint nach unseren Begriffen über Stoffumsatz und Kraftentwickelung völlig räthselhaft. —

1) Centralbl. für die med. Wissensch. 1872 S. 706 ff.

2) Tent Life in Siberia and Adventures among the Koraks and other Tribes in Kamtschatka and Northern Asia. London 1870 p. 163.

Dass nicht blos die unmittelbare Einwirkung der Abkühlung es ist, welche in der kälteren Jahreszeit die Wärmeentwickelung herabsetzt, sondern dass hier dauernde und nachhaltige Veränderungen im Organismus stattfinden müssen, geht aus dem Umstand hervor, dass während der Dauer unserer Versuche selbst die Thiere sich durchaus nicht in einer kälteren Umgebung befanden, da das Wasser des Calorimeters, wie ich schon angeführt habe, eher noch etwas wärmer genommen wurde, als in den Sommermonaten. Der Einfluss der kälteren Jahreszeit machte sich also auch geltend, obgleich die Kälte selbst während der Versuche ausgeschlossen war. Etwas Aehnliches hat schon Milne Edwards[2]) bei Vögeln wahrgenommen. Er fand nämlich, dass sie in demselben geschlossenen Behälter bei stets gleicher Temperatur (20°) im Winter schneller starben, als im Sommer, sowie in einer anderen Versuchsreihe, dass sie in einer anderen Umgebung von 0° im Sommer sich um mehr abkühlten, als im Winter. Diese Beobachtungen sind im Uebrigen so vieldeutig, es ist dabei auf die Ernährung und andere wichtige Umstände so wenig Rücksicht genommen, dass meiner Meinung nach Nichts weiter daraus geschlossen werden kann, als dass auch der Organismus der Vögel in verschiedenen Jahreszeiten sich verschieden verhält, selbst wenn alle anderen Bedingungen und insbesondere auch die Temperatur der Umgebung zur Zeit der Versuche gleich gemacht sind, dass also beim Uebergang aus einer Jahreszeit in die andere tiefere Veränderungen stattfinden müssen, welche ihren Einfluss wenigstens auf kurze Zeit noch geltend machen, auch wenn der Temperaturunterschied aufgehoben ist.

Was die Wirkung der Kälte selbst anbetrifft, so habe ich in der früheren Abhandlung (a. a. O. S. 33 ff.) schon gezeigt, dass während einer Wärmeentziehung, gleichviel ob sie stark oder mässig oder ganz schwach ist, zu keiner Zeit eine Steigerung der Wärmebildung nachweisbar ist, dass im Gegentheil in vielen Fällen eine Herabsetzung derselben unzweifelhaft statt-

---

1) S. Gavarret: Physique méd. De la chaleur produite par les êtres vivants. Paris 1855. 421 ff.

findet. Mit der Dauer der Wärmeentziehung nimmt die Wärmebildung immer mehr ab, wofür ich im Folgenden noch einen schlagenden Versuch beibringen kann.

Er wurde angestellt an dem Hund (F), welcher nüchtern eine normale Wärmebildung von durchschnittlich 16·26 Cal. in einer Tagesstunde (im September) ergeben hatte. Der Abkühlungs-Coëfficient für die einzelnen Stunden war der oben (S. 22) angegebene. Die Luft war vor ihrem Eintritt in den Apparat getrocknet.

19) 18. September 1872. Körpergewicht 6047 Gramm. Eingesetzt 10 h 39 Min. mit Temp. 39·3°.

Zeit	I.	II.	E.	A.	Z.	Bemerkungen.
10ʰ 49′	23·50	23·60	19·10	20·60	18·78	Barom. 762 Mill.
59′	51	62	20	21·17	90	
11ʰ 9′	56	67	30	66	19·05	Der Hund ist ganz ruhig.
19′	62	72	30	90	10	
29′	68	76	40	22·04	16	
39′	71	81	20·01	15	24	
49′	78	87	02	20	28	Barom. 762·5 Mill.
Mittel	23·62	23·72	19·48	21·67	19·07	
59′	81	91	02	26	33	
12ʰ 9′	86	94	03	31	37	
19′	90	24·01	04	38	39	Ganz ruhig.
29′	92	03	03	42	37	
39′	24·00	09	02	42	37	
49′	02	12	02	47	35	Barom. 762·5 Mill.
Mittel	23·90	24·00	20·03	22·35	19·35	
59′	07	15	02	49	39	
1ʰ 9′	10	20	03	57	40	
19′	12	22	03	69	39	Ganz ruhig.
29′	18	28	05	73	40	
39′	20	31	05	77	40	
49′	25	34	04	79	40	Barom. 762·5 Mill.
Mittel	24·13	24·23	20·03	22·64	19·39	

Herausgenommen 11 h 56 Min. zittert etwas.
Temp. 38·4°. Schnauze, Rücken fühlen sich kalt an.

Berechnung.
Durchgeströmte Luft 121·5 Liter.
Mittlerer Barometerstand 762·25 Mill.

Mittlere Erwärmung des Calorim.	= 0·275°	= 10·86	Cal.
„ „ der Luft	= 2·19°	= 0·08	„
Im mitgenommenen Wasserdampf		= 1·41	„
Verlust bei 4·60° Differenz		= 6·98	„
In der ersten Stunde abgegebene Wärme:		19·33	Cal.

Berechnung.
Durchgeströmte Luft 136 Liter.
Mittlerer Barometerstand 762·5 Mill.

Mittlere Erwärmung des Calorim.	= 0·245°	= 9·68	Cal.
„ „ der Luft	= 2·32°	= 0·09	„
Im mitgenommenen Wasserdampf		= 1·63	„
Verlust bei 4·60° Differenz		= 4·65	„
In der zweiten Stunde abgegebene Wärme:		16·05	Cal.

Berechnung.
Durchgeströmte Luft 142·5 Liter.
Mittlerer Barometerstand 762·5 Mill.

Mittlere Erwärmung des Calorim.	= 0·225°	= 8·89	Cal.
„ „ der Luft	= 2·61°	= 0·11	„
Im mitgenommenen Wasserdampf		= 1·74	„
Verlust bei 4·79° Differenz		= 4·03	„
In der dritten Stunde abgegebene Wärme:		14·77	Cal.

Die Kohlensäure-Ausscheidung betrug in diesen 3 Stunden 9·4 Gramm.

Die Wärmeabgabe sinkt hier von Stunde zu Stunde und zwar, wie von vornherein schon zu erwarten ist, mit abnehmender Geschwindigkeit, weil die Bedingungen für die Abkühlung des Körpers mit der Dauer der Wärmeentziehung immer ungünstiger werden aus Gründen, die nahe genug liegen und die auch bei früheren Gelegenheiten von mir schon besprochen sind, sowie ich auch darauf hingewiesen habe, wie die namentlich im Anfang so bedeutende Steigerung der Wärmeabgabe nur auf Kosten des im Körper vorhandenen Vorraths von Wärme stattfindet. Ganz dasselbe gilt auch für die Kohlensäure, die ebenfalls, wie frühere kurzdauernde Abkühlungs-

Versuche gezeigt hatten, im Beginn in etwas vermehrter Menge ausgeschieden wird. Bei längerer Dauer nimmt anch ihre Menge ab, wie der vorstehende Versuch ergiebt; denn der Hund hatte sonst, d. h. ohne Wärmeentziehung, in der Stunde 3·6—4 Gr. CO^2 ausgehaucht.

Dass sich andere Warmblüter ebenso gegen Wärmeentziehungen verhalten, wie Hunde, dass insbesondere dadurch ihre Wärmebildung nicht vermehrt wird, geht aus I. Rosenthal's Beobachtungen an Kaninchen hervor[1]), und was den Menschen betrifft, so habe ich früher schon die Gründe auseinandergesetzt, warum die Ansicht von der durch Abkühlung hervorgerufenen compensatorischen Steigerung der Wärmeproduction unhaltbar ist. Murri (a. a. O.) hat in neuester Zeit noch diese Ansicht durch mehrere sehr sinnreich erdachte Versuche mit kalten und warmen Bädern ebenfalls widerlegt.

1) Zur Kenntniss der Wärmeregulirung. Erlangen 1872.



Untersuchungen über Quer- und Längsdurchströmung des Froschmuskels, nebst Beiträgen zur Physiologie der motorischen Endplatten.

Von

Cand. med. Carl Sachs.

Die mit Eifer fortgesetzten Untersuchungen über den Bau der motorischen Endplatten haben eine gewisse Wahrscheinlichkeit dafür ergeben, dass wir in diesen Gebilden die Homologa der elektrischen Platten bei den Zitterfischen zu erblicken haben. Hat man sich dieser Vorstellung zugeneigt, so liegt Nichts näher, als den anatomischen Vergleich auf physiologisches Gebiet auszudehnen, die motorischen Endplatten als elektrisch wirkende Apparate aufzufassen.

Diese Vorstellung bleibt vor der Hand lediglich hypothetisch; der theoretischen Physik liegt es ob, die Möglichkeit eines solchen Verhältnisses zu untersuchen und die aus dem etwaigen Bestehen desselben zu ziehenden Folgerungen an der Hand von Thatsachen zu prüfen. Mein Lehrer, Hr. Geh. Rath du Bois-Reymond hat sich dieser ebenso schwierigen als interessanten Aufgabe unterzogen; durch ihn wurde ich bei Gelegenheit eines Gespräches darauf aufmerksam gemacht, dass für jene, von ihm kurz als „Entladungshypothese" bezeichnete Vorstellung zwei Momente von wesentlicher Bedeutung sind, nämlich die Richtung der hypothetischen, von den Platten ausgesandten Ströme, und der Ausbreitungsbezirk der erregenden Wirkung in der

Muskelsubstanz. In beiderlei Hinsicht ergeben sich, vom Standpunkt der Entladungshypothese aus, ganz bestimmte Postulate, deren experimentelle Bescheidung der Hypothese als Prüfstein zu dienen vermag.

Ueber beide Gegenstände habe ich, zum Theil unter Anregung und geistiger Betheiligung meines hochverehrten Lehrers, Versuche angestellt, deren Mittheilung die Aufgabe dieser Zeilen ist.

I. Quer- und Längsdurchströmung des Froschmuskels.

Wenn man die Ströme, welche von einer an ihren beiden Flächen mit entgegengesetzten Elektricitäten geladenen Endplatte ausgesandt werden, schematisch construirt, so tritt es klar zu Tage, dass der bei Weitem überwiegende Theil der Stromfäden in querer, oder nahezu querer Richtung durch die Muskelfasern geht. Eine solche Anordnung muss irgend welchen Sinn haben. Für die Erregung eines Nerven ist, wie die Untersuchungen einer beträchtlichen Zahl von Forschern übereinstimmend gezeigt haben, die quere Durchströmung gänzlich unwirksam. Findet ein ähnliches Verhältniss für die Muskelsubstanz statt, so geräth die Entladungshypothese in eine teleologische Schwierigkeit; der gewaltigste Theil der Ströme bliebe alsdann ohne Wirkung, ginge geradezu verloren. Und weshalb sollte die Natur nicht eine andere Anordnung haben finden können, bei welcher die ideale Resultante aller Stromesfäden in die Längsaxe der Muskelfasern fiele?

Es ist mithin Sache des Versuches, zu entscheiden, wie sich die quere und longitudinale Durchströmung hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Muskelsubstanz zu einander verhalten.

Die früheren Untersuchungen im Gebiete der queren Durchströmung haben sich ausschliesslich auf den Nerven bezogen. In dem Werke von du Bois-Reymond[1]) findet sich eine genaue Zusammenstellung der älteren Litteratur über diesen Gegenstand (Galvani, v. Humboldt, Ritter, J. Müller,

1) Untersuchungen über thierische Elektr. Bd. I. S. 296 ff.

Nasse, Guérard, Matteucci); auch er selbst hat sorgfältige Versuche darüber augestellt.[2] Nächstdem haben sich, aus verschiedenen Anlässen, Pflüger[3] und Munk[4] mit der Frage beschäftigt, auch die neuen Publicationen von Hitzig[5] und Filehne,[6] in welchen die Möglichkeit der Anoden- und Kathodenbildung bei der queren Durchströmung des Nerven untersucht wird, sind hier zu erwähnen.

Durch die Anfangs so viel versprechenden Untersuchungen von Bernheim[7] ist an der Sachlage wohl vorläufig Nichts geändert. Nicht allein verwehren die seltsamen Irrthümer im rechnenden Theil derselben, welche Hermann[8] mit berechtigter Schonungslosigkeit aufgedeckt hat, jedes Urtheil über die erhaltenen Resultate, — auch die angewendete Methode ist gänzlich ungeeignet, um die experimentelle Aufsuchung einer numerischen Function zu ermöglichen. Denn sieht man auch ab von den Mängeln, auf welche schon Hermann aufmerksam gemacht hat, so sind doch, wie die einfachste Ueberlegung zeigt, die physikalischen Bedingungen für die einzelnen Durchströmungsarten sehr verschieden und kaum mit einander vergleichbar. Auch die uns hier besonders interessirenden Versuche an Muskeln haben keinen Werth, da auf die intramusculären Nerven nicht die mindeste Rücksicht genommen ist.

---

2) A. a. O. II. S. 354 ff.

3) Untersuch. über d. Physiologie d. Elektrotonus. S. 179, 283 und 410.

4) Untersuch. über das Wesen der Nervenerregung. Bd. I. S. 318 ff.

5) Die Querdurchströmung des Froschnerven. Pflüger's Archiv VII. 1873. S. 263.

6) Ueber die Zuckungsformen bei der sogen. queren Durchströmung des Froschnerven. Pflüger's Archiv VII. 1873. S. 71.

7) Ueber die Wirkung des elektr. Stromes in verschied. Richt. gegen die Längsaxe des Nerven und Muskels. Pflüger's Archiv VIII. 1873. S. 60. — Ich bemerke übrigens beiläufig, dass gleichzeitig (im August d. J.) mit der Bernheim'schen Arbeit eine vorläufige Mittheilung über meine Versuche erschienen ist (Centralbl. f. d. med. Wissenschaften. 1873. S. 578); bei Abfassung derselben waren mir Bernheim's Untersuchungen völlig unbekannt.

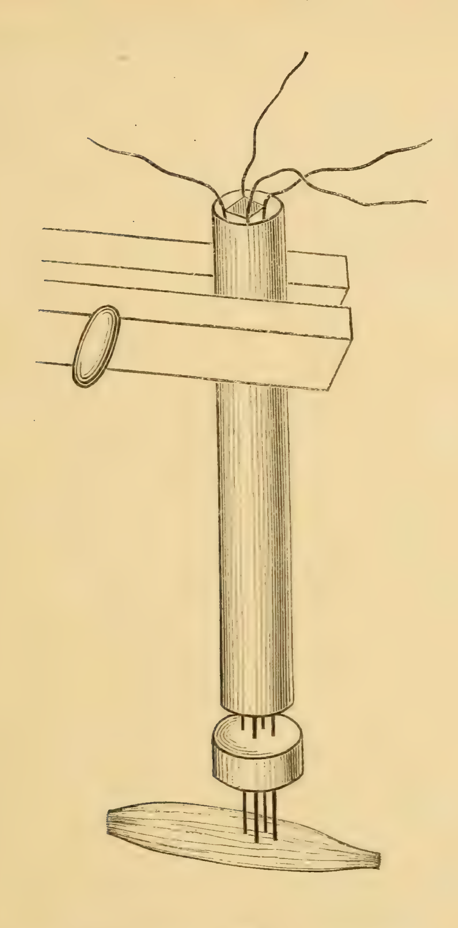
8) Pflüger's Archiv VIII. 1873. S. 273.

Ich gelange nunmehr zur Mittheilung der von mir erhaltenen Resultate.

Der Hauptplan der Versuche bestand darin, die Ströme eines du Bois'schen Schlitteninductoriums abwechselnd in der Längs- und Querrichtung durch die Muskelsubstanz zu leiten und durch Näherung der Rollen die Ströme in jedem Falle so weit zu verstärken, bis die erste Spur einer Zuckung eintrat; die zu einer solchen minimalen Erregung erforderlichen Rollenabstände konnten dazu dienen, die Wirksamkeit der beiden Durchströmungsarten zu vergleichen. Die Hauptschwierigkeit bestand jedoch darin, eine geeignete, einwurfsfreie Zuleitungsweise der Ströme zu finden. Man könnte zunächst daran denken, einen regelmässigen, parallelfaserigen Muskel, wie den Sartorius, in toto durchströmen zu lassen, ein Mal von den Enden her in der Längsrichtung, das andere Mal von den Seitenrändern her in der Querrichtung. Eine kurze Ueberlegung zeigt jedoch, dass unter den hier obwaltenden Verhältnissen von einem Vergleich nicht die Rede sein kann; es ist gar nicht abzusehen, welchen Einfluss die grossen Unterschiede in der Länge des eingeschalteten Widerstandes, der Dichte des Stromes u. s w. auf die zu messenden Verhältnisse haben können.

Für die Gewinnung einer einwurfsfreien Methode ergeben sich folgende Gesichtspunkte: 1) Die Entfernung zwischen den transversalen und longitudinalen Elektroden muss die gleiche sein; 2) die von den stärksten Stromescurven betroffenen, mithin bei Minimalreizung zuerst zuckenden Muskelbündel müssen sich unter vergleichbaren Verhältnissen befinden; 3) es muss theoretisch feststehen, dass die bei Weitem wirksamsten Stromesfäden in der That longitudinale und quere Richtung haben; 4) Unterschiede in den physikalischen Bedingungen der beiden Durchströmungsarten müssen der Controle unterworfen werden können.

Ich habe mich verschiedener Methoden bedient, welche diesen Forderungen mehr oder minder vollständig genügen. Diejenige von ihnen, auf welche ich das meiste Gewicht lege, beruht auf der Benutzung eines kleinen Apparates, welcher folgendermaassen hergestellt wurde. Die Enden von vier gleich



langen, mit verschiedenfarbiger Seide besponnener Kupferdrähten wurden mit den Knöpfen von vier gleich starken Stecknadeln in leitende Verbindung gesetzt; diese letzteren wurden derartig durch ein Stückchen Kork hindurchgestochen (siehe obenstehende Figur), dass ihre Spitzen einen halben Zoll über dasselbe hervorragten und sich in einer Ebene, sowie in annähernd quadratischer Stellung befanden; die diagonale Entfernung der Spitzen betrug 3 Mm. Den zuleitenden Kupferdrähten diente als Stütze ein von einer Hülse umgebenes prismatisches

Holzstäbchen, welches, indem es in ein Stativ eingeklemmt wurde, die Fixation des Ganzen ermöglichte. Die Verbindung mit den stromerzeugenden Apparaten wurde derartig zu Wege gebracht, dass die Möglichkeit vorhanden war, bei einer dem Elektroden-Quadrat gegebenen leitenden Unterlage den Strom beliebig bald durch die eine, bald durch die andere Diagonale zu senden. Hierzu diente eine Pohl'sche Wippe mit ausgenommenem Kreuz; von den Medianklemmen derselben führten Drähte zu einem du Bois'schen Schlüssel und von da neue zum Schlitteninductorium (1 Daniell); das rechte und linke Klemmenpaar der Wippe dagegen nahm je ein Paar diagonal gelegener Elektrodendrähte auf. Durch das Umlegen der Wippe wurde mithin bewirkt, dass der Strom aus der einen Diagonale des Elektroden-Quadrates in die andere geworfen wurde.

Zum Zwecke der Versuche wurde der beschriebene kleine Apparat derartig in ein Stativ eingeklemmt, dass das Quadrat der Elektrodenspitzen horizontal und zwar in einer für die Beobachtung bequemen Höhe gelegen war; sodann wurde der frisch präparirte, auf einer Glasplatte ruhende Muskel so unter dasselbe geschoben, dass die stromzuführenden Spitzen eben mit einer sanften Impression die perimysiale Oberfläche berührten.

Ehe ich nun aber den Verfolg der Versuche beschreibe, muss erst das Nöthige über die Theorie derselben gesagt sein. Die Gesetze der Verbreitung des Stromes in alinearen oder nicht prismatischen Leitern weisen uns hierbei den Weg.

Bekanntlich repräsentirt die gerade Linie, welche die punktförmigen Zuleitungsstellen des Stromes verbindet, das Gebiet der grössten Stromesdichte; symmetrisch um diesen dichtesten Stromesfaden gruppiren sich die übrigen, nach Maassgabe schwächer, als mit der zunehmenden Krümmung ihre Länge wächst. Innerhalb eines jeden Stromesfadens ist die Dichte bekanntlich umgekehrt proportional dem Durchmesser der Stromesbahn an der betreffenden Stelle; es herrscht demzufolge an denjenigen Stellen, welche den Elektroden zunächst liegen, die grösste Dichte. Das Gebiet, welches von dem Maximum der Stromeswirkung betroffen wird, besteht nun, wie unschwer zu erkennen, aus zwei keilförmigen Stücken, welche von Anode

und Kathode spitz ausgehen, um sich verbreiternd der Mitte zustreben.

Was ergiebt sich nun hieraus für die Theorie unserer Versuche? Wir lassen die Stromesstärke vom Umwirksamen an so lange wachsen, bis die erste Spur einer stattgehabten Erregung in der Muskelsubstanz sich kundgiebt, d. h. wir bestimmen den Punkt der Minimalreizung. An welcher Stelle diese Reizung stattfindet, darüber wird nach dem Vorangegangenen wohl Niemand im Zweifel sein: es ist das Gebiet der grössten Dichte und innerhalb dessen wiederum der geradlinige Stromesfaden mit seinen nächsten Nachbaren, in deren Bereich die Minimalreizung stattfindet. Ich werde weiter unten zeigen, wie diese theoretische Voraussage durch die Versuche sich bekräftigt findet.

Es ist jetzt klar, dass mit der vorhin beschriebenen Methode in der That der beabsichtigte Zweck erreicht werden kann. Denn ist die geschilderte Anordnung getroffen und ein parallelfaseriger Muskel (Sartorius, Gracilis) derart unter das Elektrodenquadrat gebracht, dass die eine Diagonale dem Faserverlauf parallel, die andere senkrecht dagegen liegt, so ist das Bild der Ströme, auf welche es *allein ankommt*, bei der einen

Wippenlage dieses, ◄ ►

bei der anderen dieses; ▲ ▼

es sind quere und longitudinale Ströme. Die von diesen Strömen getroffenen Muskelfasern liegen in beiden Fällen an der Oberfläche des Muskels, befinden sich also, bezüglich der Einwirkung des umgebenden Mediums, unter gleichen Verhältnissen. Gewisse Verschiedenheiten bleiben freilich bestehen.

Die zu benutzenden Muskeln sind von platt spindelförmiger Gestalt; hieraus entspringt eine geringe Begünstigung der longitudinalen Durchströmung, insofern diese nämlich, wie leicht einzusehen, mit etwas grösserer Dichte stattfindet. Ich habe versucht, diesen Uebelstand dadurch auszuschliessen, dass ich an ausgeschnittenen quadratischen Stücken eines Muskels experimentirte; indess bringt dieses Verfahren allzu viel Fehlerquellen in die Versuche. Uebrigens kann jene Differenz nur eine höchst geringe sein, da es sich für uns allein um den geradlinigen Stromesfaden und dessen nächste Nachbarschaft handelt. Eine andere Verschiedenheit liegt in dem Umstande, dass bei der Längsdurchströmung dieselben Fasern an zwei Stellen von dem Maximum der Stromeswirkung betroffen werden, was bei der Querdurchströmung nicht der Fall ist. Dieser Umstand fällt aber meines Erachtens nicht ins Gewicht. Denn der angewandte minimale Reiz wirkt offenbar nur örtlich; die Contraction pflanzt sich von der Ursprungsstelle als Welle nach beiden Seiten hin fort. Durch die Begegnung zweier solcher Wellen kann nun wohl die Stärke der Zuckung vergrössert werden, es ist aber nicht einzusehen, wie der Punkt der Reizscala, bei welchem die Minimal-Erregung eintritt, dadurch eine Verschiebung erleiden sollte.[1]) Uebrigens kann die etwaige Bedeutung dieses Umstandes noch dadurch abgeschwächt werden, dass man die longitudinalen Elektroden ein Weniges schräg stellt, wonach dann die beiden Stromes-Maxima wenigstens nicht in eine Faser fallen; bei meinen Versuchen wurde in diesem Sinne verfahren. — Es ist aber zu bemerken, dass die erwähnten Unvollkommenheiten, wenn sie überhaupt auf die Resultate einwirken, dies in einerlei Sinne thuen: sie begünstigen beide die Längsdurchströmung; ihre etwaige Wirkung kann also bei Beurtheilung der Resultate leicht in Rechnung gebracht werden.

Nach dieser unentbehrlichen Einleitung gelange ich zur Darstellung der erhaltenen Resultate. Die Summe meiner

---

1) Für den Nerven ist, wie Helmholtz gefunden hat, diese Behauptung nicht zutreffend. Die Verhältnisse sind aber auch hier gänzlich verschiedene.

Einzel-Versuche über diesen Gegenstand beträgt 909. Hiervon wurden der grössere Theil, 504, nach der oben beschriebenen Methode angestellt.

Als ich frisch präparirte, unversehrte Froschmuskeln in der angegebenen Weise abwechselnd in der Quer- und Längsrichtung durchströmen liess, zeigte es sich alsbald, dass die Resultate gänzlich von einem bisher noch nicht berücksichtigten Factor abhängig sind, von den nervösen Elementen. Es ist bekannt, dass die Nervenfaser weit schwächerer Ströme bedarf, um erregt zu werden, als die Muskelfaser. Es werden also die Ströme, welche wir durch unseren Muskel schicken, weit früher, d. h. bei geringerem Rollenabstande, eine Reizung der intramuscularen Nerven bewirken, als eine solche der Muskelsubstanz. Damit dies aber geschehen könne, ist es nothwendig, dass ihre Richtung mit der Längsaxe jener Nervenfasern nahezu oder vollständig zusammenfalle. Denn, wie wir längst wissen, nur die longitudinale Durchströmung ist zur Erregung des Nerven geeignet. Was folgt hieraus? An einer bestimmten Stelle des Muskels muss diejenige Stromesrichtung bevorzugt sein, welche mit der Längsaxe der daselbst vorhandenen Nervenfasern zusammenfällt; die hierauf senkrechten Ströme lassen die Nervenfasern gänzlich unbehelligt und müssen daher bedeutend verstärkt werden, um durch Reizung entfernterer Nervenfasern oder durch directe Reizung der Muskelsubstanz eine Minimalzuckung hervorzurufen.

In den spindelförmigen Muskeln, zu denen der Sartorius und Sracilis gehören, verlaufen nun aber die Zweige des Nervenplexus zum grössten Theil longitudinal; es muss daher diese Richtung für die Durchströmung im Allgemeinen die günstigere sein, ausgenommen solche Stellen, wo jenes Verhältniss nicht stattfindet. Die Versuchsresultate, von denen ich einige Proben sogleich mittheilen werde, haben in diesem Sinne gelautet.[1])

Um vergleichbare Zahlen zu erhalten, machte ich stets

1) Bernheim (a. a. O. S. 71) hat, hinsichtlich dieses Punktes, das gleiche Resultat erhalten, wie mir nach Abschluss meiner Untersuchungen bekannt wurde.

Gruppen von je drei rasch aufeinanderfolgenden Versuchen, und zwar alternirend *LQL* oder *QLQ*. Nur das arithmetische Mittel aus den beiden gleichartigen Resultaten konnte mit dem, der Zeitfolge nach zwischen ihnen stehenden, andersartigen Resultate in Vergleich gezogen werden; denn das allmähliche Absterben der Gewebe hat ein continuirliches Sinken der Erregbarkeit zur Folge.

1te Reihe.

Die 4 Elektrodenspitzen sind auf die innere Fläche eines M. sartorius, im unteren Theile desselben, aufgesetzt.

Rollenabstände (in Mm.), bei denen Minimalzuckung eintrat:

Längsdurchstr.		Querdurchstr.	
Arithm. Mittel.	Rollen-Abst.	Rollen-Abst.	Arithm. Mittel.
222·5	225 220	**172**	
	215	168 165	**166·5**
202	205 199	**158**	

2te Reihe.

M. gracilis. Oberer Theil der Innenfläche.

Längsdurchstr.		Querdurchstr.		
246·5	248 245	**205**		
	245	210 206	**208**	
				Eine neue St.
262·5	265 260	**250**		
				Eine dritte St.
	225	206 210	**208**	
				Eine St., nahe dem Eintr. des Nerven.
	115	200 195	**197·5**	

3te Reihe.

M. gracilis. Oberer Theil der Innenfläche.

Längsdurchstr.		Querdurchstr.	
297·5	300	**265**	
	295		
	310	255	**250·5**
		246	

Wie man sieht, zeigt sich in fast allen Fällen ein mehr oder minder erhebliches Uebergewicht der Längsdurchströmung. Nur in einem Falle, in der letzten Querspalte der 2. Reihe, finden wir das entgegengesetzte Verhältniss. Der Grund ist leicht einzusehen; es handelt sich hier nämlich um die Gegend des Hilus, wo alle Nervenfasern eine Strecke weit quei verlaufen, so dass die Querdurchströmung hier bei Weitem am Wirksamsten sein muss. Uebrigens ist das Bild der Zuckung in den angeführten Versuchen ein gänzlich unregelmässiges; die Zuckung kann viele und wenige Primitivbündel umfassen, kann an der Reizstelle oder auch weit entfernt davon eintreten, je nach der Zahl und Endigungsstelle der gereizten Nervenfasern.

Nach diesen Versuchen war es klar, dass die Mitwirkung der Nervenfasern ausgeschlossen werden musste. Hierzu standen zwei Mittel zu Gebote; wir werden uns zunächst mit dem einen derselben, dem Curare, zu beschäftigen haben. Die Wirkung des Curare besteht, wie wir wissen, in Lähmung der Endigungen der motorischen Nerven.[1]) Dass eine solche Wirkung stattfindet, ist nicht zu bezweifeln; der curaresirte Muskel ist nicht nur vom Nerven aus total unerregbar, sondern er verhält sich auch vollkommen so, wie wenn er überhaupt keine Nerven besässe. Der Beweis für dies Letztere liegt in einem Umstand, den ich hier besonders betonen möchte. Die nervenfreien Enden des M. sartorius erfordern bekanntlich zu ihrer Reizung weit stärkere Ströme, als der nervenhaltige

1) Die Frage, ob und in welcher Weise durch das Curare auch die Nervenstämme afficirt werden, ist für den vorliegenden Gegenstand gleichgültig.

Theil des Muskels. Ist nun die Wirkung des Curare die ihm zugeschriebene, so muss nach Application des Giftes jener Unterschied sich ausgleichen. Kühne[1]), der wohl am Meisten auf diesem Gebiete gearbeitet hat, giebt an, er habe bei curaresirten Muskeln jenen Unterschied zwar verringert, aber nicht gänzlich aufgehoben gesehen. Die Sache ist also nicht ganz aufgeklärt. Ich habe bei meinen Versuchen auf diesen Umstand sorgfältig Rücksicht genommen, da er mir, im Hinblick auf die Zuverlässigkeit meines Verfahrens, von grösster Bedeutung erschien. Ich stehe nicht an, zu behaupten, dass bei einer hinreichend kräftigen Vergiftung die mehrerwähnte Differenz vollständig verschwindet.[2]) Bei geringeren Graden der Vergiftung kann die Willens-Motilität des Thieres aufgehoben sein, ohne dass gleichwohl die Lähmung der motorischen Nervenendigungen eine so vollständige ist, als es die vorliegenden Versuche verlangen. Ich vermuthe, dass bei den Kühne'schen Versuchen eine derartige unvollständige Vergiftung vorgelegen hat. Meine Art zu vergiften bestand darin, dass ich eine ansehnliche Dosis einer 1procentigen Curare-Lösung (0·3 bis 0·4 Gr.) in mehrere Portionen getheilt an verschiedenen Körperstellen subcutan oder in das Abdomen injicirte. Das Gift wird so von mehreren Stellen aus gleichzeitig resorbirt und gelangt schnell und concentrirt in den Kreislauf.

Unvollständig curaresirte Muskeln können zur Entscheidung der vorliegenden Frage Nichts beitragen. Denn es ist gar nicht abzusehen, welchen Einfluss der den intramuscularen Nerven gebliebene Rest von Erregbarkeit auf die Resultate haben kann. Ein solcher Muskel, bei welchem die Erregbarkeitsdifferenz zwischen der Mitte und den nervenfreien Enden nicht ausgeglichen war, gab folgende Resultate:

---

1) Ueber die Wirkung des amerikanischen Pfeilgiftes. Dies Archiv. 1860. S. 489 ff.

2) Um dieses Resultat zu erhalten, muss man die betr. Versuche unmittelbar nach der Präparation des Muskels anstellen; denn die Erregbarkeit sinkt an den Enden weit rascher, als in der Mitte.

4te Reihe.

M. sartorius, einem curaresirten Frosch, 15 Min. nach Injection von 0·002 Gr., bei vollkommener Regungslosigkeit des Thieres entnommen. Mittleres Drittel der Innenfläche:

Längsdurchstr.		Querdurchstr.		
157	160 154	**145**		
	145	132 125	**128·5**	
143	144 142	**126**		
	140	125 120	**122·5**	
129·5	130 129	**118**		
97	94 100	**95**		Hier waren die Elektrod auf das nervenfr. obere Ende aufgesetzt.
	85	93 94	**93·5**	
85	86 84	**92**		

Die Längsdurchströmung zeigt in den vorstehenden Versuchen ein ähnliches, wenn auch weniger stark ausgesprochenes Uebergewicht, wie bei den Versuchen mit intacten Muskeln. Nur an dem nervenfreien Ende ergeben sich für beide Stromesrichtungen nahezu gleiche Zahlen, und gerade dieses Verhältniss ist es, welches sich alsbald mit grösserer Bestimmtheit als die gesetzliche Eigenthümlichkeit des Muskelgewebes herausstellen wird.

Unterwarf ich Muskeln von vollständig curaresirten Thieren den geschilderten Versuchen, so hatte ich zunächst Gelegenheit, mich von der Richtigkeit meiner oben theoretisch entwickelten Behauptung in Bezug auf die wirksamsten Stromesgebiete zu überzeugen. Bei Längsdurchströmung nämlich bildete sich, sobald die Rollen des Inductoriums bis zu einem gewissen Punkte einander genähert waren, eine feine Furche auf der Oberfläche des Muskels, der longitudinalen Diagonale des Elektroden - Quadrates entsprechend; wurde nun

durch den Schlüssel der Strom abgeblendet, die Wippe umgelegt, die secundäre Rolle zurückgeschoben und, nach Oeffnung des Schlüssels, wiederum (mit einer durch Uebung constant gewordenen Schnelligkeit) der primären genähert, so bildeten sich, wie zu erwarten stand, zwei derartige Furchen unterhalb der beiden Quer-Elektroden, natürlich ebenfalls dem Zuge der Muskelfasern folgend. Es sind also in der That nur die von den dichtesten Stromesfäden getroffenen Muskelbündel, welche bei unserer Minimalzuckung betheiligt sind. Damit die Contraction weiter um sich griffe in der Muskelsubstanz, musste in beiden Fällen die Stromesstärke sehr erheblich gesteigert werden. Ich will nun von den nach dieser Methode angestellten Versuchen einige mittheilen.

5te Reihe.

M. sartorius, Curare (0·003 Gr., 15 Min. vor der Präparation). Alle Stellen des Muskels zeigen sich ungefähr gleich erregbar.

Längsdurchstr.		Querdurchstr.		
	128	135 131	**133**	
126	129 123	**131**		
109	110 108	**110**		
92·5	93 92	**92**		Eine neue Stelle.
90·5	88 93	**91**		
	89	90 90	**90**	
60·5	59 62	**66**		Diese Rollenabstände waren nöthig, um eine weitergreif., mit Formveränderg. des Muskels verbundene Zuckung herbeizuführen.
	58	55 60	**57·5**	

6te Reihe.

M. gracilis desselben Frosches. Aussenfläche.

Längsdurchstr.		Querdurchstr.		
	168	166 164	**165**	
155	155 155	**150**		
	156	150 151	**150·5**	
158	156 160	**163**		Eine andere Stelle.
	158	160 158	**159**	
156·5	158 155	**155**		
	147	143 143	**143**	Eine dritte Stelle.
120·5	121 120	**125**		Bei dies. Rollenabst. tritt, durch Contraction einer grösseren Zahl von Fasern, eine schwache Verkürzung d. M. ein.

7te Reihe.

M. sartorius eines sehr kräftigen Froches (0·003 Gr. Curare), der der Einwirkung des Giftes lange widersteht. Mitte und Enden gleich erregbar.

Längsdurchstr.		Querdurchstr.		
189	186 192	**185**		
	185	183 176	**179·5**	
171·5	178 165	**168**		
	164	160 155	**157·5**	
152	158 146	**148**		Die Elektrodenpaare (quer und long) werden mit einander vertauscht.
	142	141 142	**141·5**	
134	135 133	**130**		
	130	127 125	**126**	
	115	110 110	**110**	Hier tritt eine, bereits zieml. kräft. Totalzuckung ein.

8te Reihe.

M. gracilis desselben Frosches (7. Reihe), ½ Stunde nach Tödtung des Thieres präparirt.

Längsdurchstr.		Querdurchstr.	
108	108 108	105	
	112	115 110	112·5
102·5	102 103	98	
	101	98 99	98·5

9te Reihe.

M. gracilis eines Frosches, der mit einer starken Dosis Curare vergiftet ist. — Unterschiede in der Erregbarkeit sind auf der Oberfläche nicht wahrnehmbar.

Längsdurchstr.		Querdurchstr.		
	108	109 100	104·5	
	105	96 93	94·5	
92·5	95 90	96		
	80	90 90	90	Eine and. St. d. M.
81	80 82	83		
	81	84 83	83·5	
80	80 80	81		

Diese Beispiele reichen hin, um zu zeigen, worauf es ankommt. — Die an einer Stelle eines Muskels nach einander erhaltenen Versuchszahlen zeigen die Erscheinung der sinkenden Erregbarkeit, obschon mit kleinen Unregelmässigkeiten. Vergleichen wir nun die correspondirenden Zahlen, so finden wir zwar fast nirgends eine völlige Uebereinstimmung; es sind

aber die auftretenden Unterschiede einestheils so gering, anderestheils von so inconstanter Richtung, dass wir ihnen mit gutem Fug jede gesetzliche Bedeutung absprechen, sie vielmehr als Ausdruck der Versuchsfehler betrachten können.[1]) Die mitgetheilten Versuchsreihen, welche ich noch beträchtlich vermehren könnte, berechtigen demnach zu dem Ausspruche, dass Quer- und Längdurchströmung in gleichem Maasse erregend auf die Muskelsubstanz wirken. Es fragt sich nur noch, ob die angewendete Methode volles Zutrauen verdient, — und hierauf kann nicht mit einem unbedingten Ja geantwortet werden Während nämlich die physikalischen Bedingungen, soweit ich übersehen kann, nichts Fehlerhaftes in sich schliessen, ist die Möglichkeit einer Täuschung durch die Anwendung der Curare-Vergiftung im vollsten Maasse gegeben. Denn selbst zugestanden, dass die nervösen Elemente durch das Gift vollständig gelähmt werden, — wer steht dafür, dass dasselbe nicht auch auf die Muskelsubstanz eine specifische Wirkung ausübt, dergestalt, dass entweder die Empfindlichkeit für längsgerichtete Ströme herabgesetzt, oder diejenige für quere Ströme abnorm erhöht wird?

Dieser Einwand ist nicht zu beseitigen; wir müssen uns daher, um die geforderte Lähmung der motorischen Nerven zu bewerkstelligen, nach einer neuen, die erste bestätigenden Methode umsehen. Die Thatsache, dass ein den Nerven durchfliessender constanter Strom in der Umgebung des positiven Poles die Erregbarkeit herabsetzt, liefert das Princip einer solchen. Wenn es gelingt, durch einen starken, im Nerven aufsteigenden Strom die intramusculäre Ausbreitung desselben in den Zustand des Anelektrotonus zu versetzen, so bietet dies für die Versuche den gleichen Vortheil, wie die

1) Es wäre ein Leichtes, durch Combination aller Reihen und Ziehung des arithmetischen Mittels die Unterschiede fortzuschaffen. Denn nach den Principien der Wahrscheinlichkeitsrechnung müssen sich die von den Zufälligkeiten der Versuche herrührenden Fehler um so vollständiger compensiren, je grösser die Zahl der Versuche ist. Dies Verfahren erscheint jedoch aus anderen Gründen für den vorliegenden Zweck unbrauchbar.

Curare-Vergiftung: die Möglichkeit neurogener Muskelzuckungen wird ausgeschlossen.

Der bezeichnete Versuch ist bereits von mehreren Autoren mit bestem Erfolge angestellt worden; auf dem Gelingen desselben basirt einer der Beweisgründe für die directe Irritabilität der Muskelsubstanz.

Auch ich habe mich dieser Methode zur Entscheidung der vorliegenden Frage mit gutem Erfolge bedient. Den constanten Strom lieferte eine mehrgliedrige Grove'sche Kette, deren Enden, unter Einschaltung eines Quecksilberschlüssels mit einem Paare unpolarisirbarer Elektroden in Verbindung gesetzt wurden. Um der polarisirenden Wirkung die grösste erreichbare Stärke zu geben, wurde die Anode kurz vor dem Eintritt des Nerven in den Muskel, die Kathode in möglichst grosser Entfernung davon aufgesetzt; denn bekanntlich wächst die Intensität der elektrotonischen Wirkung mit der Länge der durchströmten Strecke des Nerven, nimmt aber ab mit der Entfernung des zu prüfenden Punktes von der Anode.

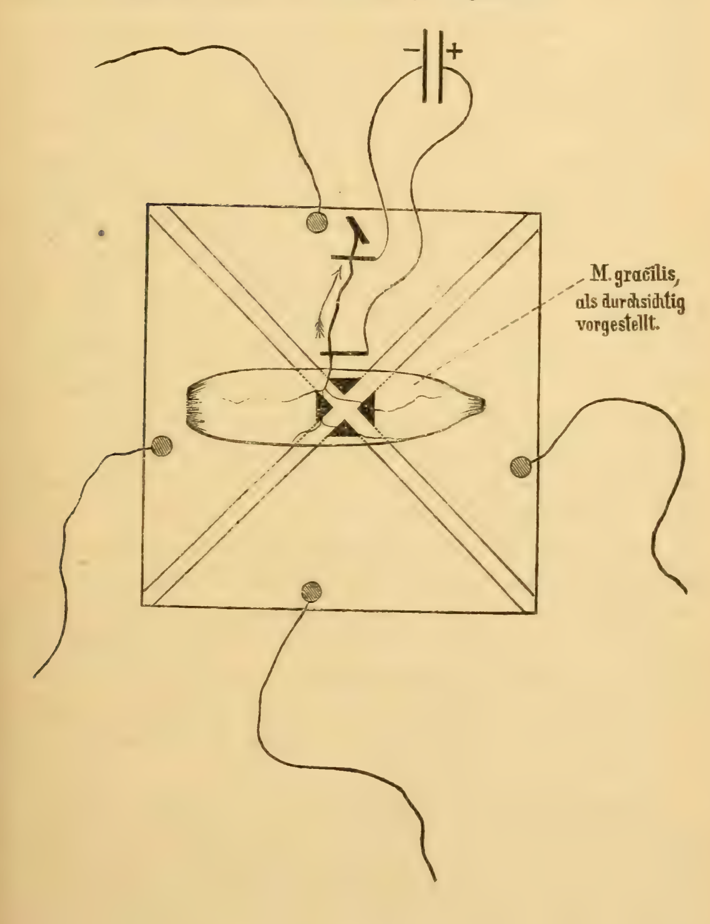
Dass nun ein Muskel, dessen Nerv in dieser Weise durchströmt wird, sich in der That wie ein nervenloser Muskel verhält, ergiebt sich aus demselben Versuch, von welchem bereits oben (S. 68) mit Rücksicht auf die Wirkung des Curare gehandelt worden ist, aus der Prüfung der Erregbarkeit an der Oberfläche des M. sartorius. Bereits vor langer Zeit hat Kühne[1]) darauf aufmerksam gemacht, dass der Unterschied zwischen den nervenhaltigen und nervenfreien Theilen dieses Muskels durch den Anelektrotonus der intramusculären Elemente völlig ausgelöscht werden kann, und ich nehme, nach eigenen sorgfältigen Versuchen, Veranlassung dies mit Nachdruck zu bestätigen. Wir haben also auch bei diesem Verfahren die störende Mitwirkung der Nervenfasern nicht im Mindesten zu befürchten.

Da die Versuche einige Zeit in Anspruch nehmen, so war, um die Präparate vor Trockniss zu schützen, die Construction einer feuchten Kammer erforderlich. Es zeigte sich aber bald,

---

1) Dies Archiv, 1859. S. 59.

dass unter diesen Umständen die Anwendung der voraufgehends beschriebenen, aus vier Spitzen bestehenden Elektrode nicht gut möglich war; die feuchte Kammer hätte allzu riesige Dimensionen annehmen müssen, um jenen Apparat mit dem dazu gehörigen Stativ in sich aufnehmen zu können. Da nun eine Modification der Reizungsmethode vollends aus theoretischen Gründen wünschenswerth erschien, so habe ich mir zum Zwecke dieser Versuche folgende Einrichtung hergestellt.



Auf eine quadratische Holztafel (6½ Cm. lang und breit), wurde ein ebenso grosses und ähnlich geformtes Stück Zinkblech gekittet; in der Richtung der beiden Diagonalen wurden aus letzterem zwei Streifen von 2·5 Mm. Breite herausgeschnitten und auf jedes der so entstandenen rechtwinkligen Dreiecke ein Kupferdraht in der Nähe des freien Randes aufgelöthet. Das Ganze bekam nun einen isolirenden Lack-Ueberzug; nur die vier in der Mitte gelegenen Spitzen der Metalldreiecke blieben frei, um, in der Stellung der Quadranten eines Kreises, als Zuleiter des Stromes zu dienen. Der zu reizende Muskel wurde dergestalt über die Elektroden gebettet, dass die Verbindungslinie des einen Paares zu der Faserrichtung parallel lief, diejenige des anderen senkrecht zu ihr. Die Entfernung und Grösse der Metallspitzen war mit Rücksicht auf Versuche am M. gracilis abgemessen; wurde der weit schmälere M. sartorius benutzt, so konnten durch ein einfaches Verfahren die Spitzen einander genähert werden, indem man vier kleine aus Kochsalzthon geschnittene Dreiecke in passender Entfernung auf sie klebte und den Muskel über diese bettete. — Der Nerv des zu reizenden Präparates wurde, im Zusammenhang mit einigem Bindegewebe, etwa 2 Cm. weit frei präparirt, mit Vermeidung aller Zerrung auf die isolirende Unterlage gebreitet und in der angedeuteten Weise mit den stromzuführenden Thonspitzen in Berührung gesetzt.[1])

Sobald sich das Nerv-Muskelpräparat in der geschilderten Anordnung befand und die feuchte Kammer darüber gedeckt war, wurde der von einer 4—6 gliedrigen Grove'schen Kette gelieferte constante Strom geschlossen. Ich verschaffte mir jedes Mal zunächst die Ueberzeugung, dass das Präparat im Sinne des Zuckungsgesetzes reagirte. War dies nicht der Fall, trat z. B. auf Schliessung des aufsteigenden Stromes Zuckung

1) Die Nerven des Sartorius und Gracilis entstammen bekanntlich dem Oberschenkelaste des N. ischiadicus. Sie sind leicht zu präpariren, wenn man, nach Entfernung der oberflächlichen Muskeln jenen Ast durchscheidet und unter Abtrennung der zu andereu Muskeln gehenden Zweige, vorsichtig abwärts bis zum Eintritt in den Muskel verfolgt.

ein, so wurde natürlich das Präparat als unbrauchbar ausgeschaltet. Doch sind mir, da ich mit Sommerfröschen arbeitete, nur wenige Fälle dieser Art vorgekommen. Das Eintreten des Anelektrotonus der myopolaren Nervenstrecke sprach sich alsbald in der bedeutend herabgesetzten Erregbarkeit des Muskels aus.

In diesem Zustande der „Entnervung“, d. h. bei geschlossenem constanten Strom, wurden nun die Inductionsströme der Muskelsubstanz zugeleitet und in gewohnter Weise die Punkte der Minimal-Zuckung bestimmt. Nun ist zu bemerken, dass eine reine Minimal-Zuckung, im Sinne der bisher mitgetheilten Versuche, hier nicht Gegenstand der Beobachtung sein konnte, da dieselbe an der unteren, verdeckten Fläche des Muskels stattfindet. Die Zuckung muss vielmehr bis zu dem Grade um sich greifen, dass durch Betheiligung eines aliquoten Theiles der Fasern ein merklicher Wulst an der zur Beobachtung vorliegenden oberen Fläche des Muskels entsteht. Bei Längsdurchströmung sah man einen solchen Wulst in der Mitte der Breite des Muskels entstehen, bei Querdurchströmung zwei ähnliche in der Nähe der Ränder; doch ist die Erscheinung freilich nicht ganz regelmässig.

Die physikalischen Verhältnisse der Durchströmung sind hier offenbar weit complicirter, als bei der ersten Methode, da wir es nicht mehr mit punktförmigen Elektroden zu thun haben. Eine genaue Analyse des Vorganges würde uns allzu lange aufhalten; dass die jeweiligen Gebiete der grössten Dichte auch hier der Längs- und Querrichtung folgen, liegt wohl auf der Hand. — Ich lassen unmehr Proben dieser Versuche folgen:

10te Reihe:

M. gracilis eines vor 24 Stund. gefangenen Frosches. Durch den Nerven wird mittelst unpolarisirb. Elektr. der Strom von 4 Grove'schen Elem. ↑ geleitet (bei Schl. Ruhe, bei Oeffn. starke Zuckung); durch den Muskel geht der inducirte Strom (1 Daniell).

Längsdurchstr.		Querdurchstr.		
127·5	125 130	**135**		
	132	125 128	**126·5**	
131	130 132	**125**		
	130	122 120	**121**	
140	138 142	**150**		Eine andere St. d. Musk. über d. Elektr. gebreitet.
	138	148 150	**149**	

11te Reihe.

M. gracilis desselb. Frosches. Versuchs-Anordnung wie i. vor. Vers.

	Längsdurchstr.		Querdurchstr.		
	115	110 110	**120**		Innenfläche d. Musk.
		110	124 120	**122**	
	112·5	113 112	**121**		
	133·5	135 132	**135**		Aussenfläche gereizt.
		133	134 135	**134·5**	
	131	132 130	**135**		
a.	**141**	140 142	**133**		Der constante Str. unterbr.
b.	**166·5**	163 170	**140**		Innenfl. d. M. – Ohne constanten Strom.
		168	135 140	**137·5**	
c.	**147**	150 144	**140**		Innenfl. d. M. – Mit const. Strom.

12te Reihe.

M. sartorius Nerv, 4 Grove's ↕; bei Schl. Ruhe, bei Oeffn. starke Zuckung. Reizung des Musk. am oberen Theil der Innenfläche.

Längsdurchstr.		Querdurchstr.	
122·5	121 124	122	
	110	105 102	103·5
110·5	110 111	105	
	107	102 100	101
102	103 101	98	

13te Reihe.

M. gastroknemius, mit der Aussenfläche über die Elektroden gebettet. Nerv, 5 Grove's ↕; nur Oeffn.-Zuck.

	Längsdurchstr.		Querdurchstr.	
	125	125 125	118	
d)	155	160 150	125	
e)	121	122 120	118	

Der erste Blick auf diese Reihen lehrt uns, dass die aus den früheren Versuchen gezogene Folgerung hier ihre volle Bestätigung findet: Die quere und longitudinale Durchströmung, auf entnervte Muskelsubstanz angewendet, zeigen sich in gleichem Grade wirksam. Der gegen das Curare gehegte Verdacht erweist sich somit als ein grundloser. — Instructive Einzelheiten bieten einige, besonders bezeichnete Punkte vorstehender Versuchsreihen. Bei a) wurde der polarisirende Strom geöffnet; die Wirksamkeit der Längsströme (vorher in Folge von Zufälligkeiten um ein Geringes durch diejenige der queren Ströme übertroffen) zeigt sich durch die Freigebung der

nervösen Elemente sogleich beträchtlich erhöht. Der Grund hierfür ist bereits oben (S. 65) auseinandergesetzt. An der Aussenfläche des Muskels, welche nur spärlich mit Nerven versorgt ist, zeigt sich der Unterschied geringer, als an der das ganze Nervengeflecht tragenden Innenfläche (Siehe b u. c). Die Reizschwelle der queren Durchströmung zeigt sich hier durch die Oeffnung und Schliessung des constanten Stromes nicht merklich beeinflusst; wohl aber ist dies der Fall (und wir müssen dann an querverlaufende Nervenfasern denken) in der 13. Reihe, bei d u. e. Die dem geöffneten Strom nämlich entsprechende Querspalte zeigt in beiden Columnen grössere Rollenabstände, als die bei geschlossenem constanten Strom gewonnene Querspalte e; doch ist der Unterschied bei der Längsdurchströmung ungleich bedeutender (32 Mm.)

Einige Variationen, welche ich den Versuchen gegeben habe, möchte ich, wiewohl sie wenig wichtig erscheinen, nicht unerwähnt lassen. Zunächst habe ich mich überzeugt, dass die bei den eben angeführten Versuchen benutzte flächenhafte Elektrode auch am Curare-Muskel das nunmehr zu erwartende Resultat liefert.

14te Reihe.

M. gracilis eines durch Curare vollständig gelähmten Frosches. Der M. ist mit seiner inneren Fläche über die 4 kreuzförmig gestellten Elektrodendreiecke gebettet.

Längsdurchstr.		Querdurchstr.		
	143	140 142	**141**	
141	144 138	**135**		
	135	130 129	**129·5**	
135	135 135	**140**		Reizst. veränd.
	129	140 138	**139**	
131·5	131 132	**136**		
	132	135 135	**135**	

Demnächst erschien es interessant, die Wirkung der früher benutzten vierspitzigen Elektrode zu erproben an solchen Muskeln, deren Nerven durch den aufsteigenden Strom anelektrotonisirt sind. Ich lasse einen solchen Versuch folgen:

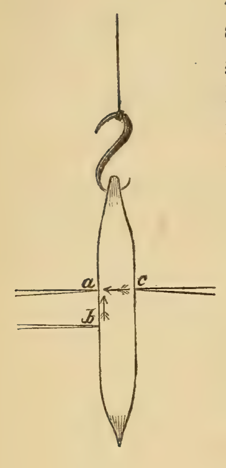
15te Reihe.

M. gastroknemius. Nerv aufsteigend durchströmt (5 Grove's); nur Oeffn.-Zuck. Reizung an der inneren Fläche des Muskels mittelst Nadel-Elektrode (S. 63.)

Längsdurchstr.		Querdurchstr.		
135	136 134	**132**		
143	143 143	**144**		
	142	144 144	**144**	
143·5	144 143	**143**		
141·5	141 142	**140**		
107	109 105	**111**		Reizstelle verändert.
	110	109 106	**107·5**	
96·5	94 99	**99**		

Diese Zahlen sprechen wohl für sich selbst.

Ich habe mich endlich noch einer anderen Methode bedient, die zwar als am wenigsten beweiskräftig angesehen werden muss, aber dennoch ein gewisses Interesse bietet. Als Elektroden dienten hier drei Nadeln, welche in Stativen befestigt und durch Klemmschrauben mit den stromzuführenden Drähten in Verbindung gesetzt waren. Der zu reizende Muskel, dessen Entnervung durch Curaresirung des Frosches bewirkt war, wurde mittelst eines durch die Sehne gestochenen Hakens fixirt, so dass er frei zwischen den Elektrodenspitzen herabhing.



Zwei der letzteren, a und c (siehe nebenstehendes Bild) ruhten, gerade einander gegenüber, auf den beiden Flächen des Muskels; die dritte, b, befand sich senkrecht unter a, so zwar, dass der Abstand zwischen a und c etwa der nämliche war, wie zwischen a und b. Eine Pohl'sche Wippe mit halbem Kreuz diente dazu, die Ströme des Magnetelektromotors alternirend in der Richtung der beiden Pfeile, d. h. quer und longitudinal, durch die Muskelsubstanz zu leiten; es wurde nämlich zwischen der Klemme, welche den Draht a aufgenommen hatte, und der ihr diagonal gegenüberliegenden die Verbindung durch das halbe Kreuz hergestellt, so dass die Nadel a bei jeder Wippenlage sich im Kreise befand, b und c hingegen nur bei je einer Wippenlage.

Bei den ersten Versuchen, welche nach dieser Methode angestellt wurden, zeigte sich die Querdurchströmung um ein Erhebliches wirksamer als die Längsdurchströmung. Folgende Beispiele mögen dies erläutern:

16te Reihe.

M. gracilis eines curaresirten Frosches. Reizung mittelst einer aus 3 Nadeln bestehenden Elektroden-Vorrichtung.

Längsdurchstr.		Querdurchstr.		
140·5	140 141	**175**		
	139	175 173	**174**	
148·5	152 145	**175**		Die Reizstelle wird verändert.
	138	172 169	**170·5**	

17te Reihe.

M. sartorius, curaresirt; Unterschiede in der Erregbarkeit an der Oberfläche nicht wahrnehmbar. Versuch wie voriger.

Längsdurchstr.		Querdurchstr.	
159	168 150	**180**	
	145	170 175	**172·5**
	135	173 175	**174**
118·5	122 115	**157**	

Eine Erklärung für dieses, von den bisherigen Resultaten so gänzlich abweichende Verhalten glaubte ich anfangs in den physikalischen Bedingungen der Versuche finden zu können. Gegen den Widerstand des thierischen Theiles verschwinden offenbar alle anderen Widerstände im Kreise des Inductionsstromes. Derselbe ist nun aber in unseren beiden Durchströmungsarten nicht gleich gross; vielmehr ist, zufolge der eigenthümlichen Einschaltung des Muskels, der durch ihn gebotene Widerstand im Falle der Querdurchströmung ein erheblich geringerer, die Intensität des Stromes somit in diesem Falle eine grössere. Diese Erklärung schien ziemlich plausibel; ich glaubte es jedoch dem Gegenstande schuldig zu sein, mit einiger Gewissenhaftigkeit zu verfahren und mich nicht mit zweifelhaften Erklärungen zu beruhigen. Somit unternahm ich es, mich im Wege des Versuches über jenen Punkt zu vergewissern. Dies geschah auf folgende Weise. In den Kreis der secundären Rolle wurde eingeschaltet ein Thermometerröhrchen von sehr feinem Lumen, welches mit $^3/_4$ procentiger NaCl-Lösung gefüllt war; die Verbindung des feinen Flüssigkeitsfadens mit den Metalldrähten wurde durch Pfröpfe von mit derselben Lösung angeknetetem Thon hergestellt. Der Widerstand eines solchen Fadens (den man noch vermehren kann, indem man statt der Salzlösung Wasser oder Alkohol nimmt) ist so beträchtlich, dass die oben erwähnte Differenz in den Widerständen des Muskels dagegen völlig vernachlässigt werden kann; freilich

müssen die Inductionsströme zur Ueberwindung desselben auch bedeutend verstärkt werden. Die Anwendung dieses Apparates gab folgende Resultate:

18te Reihe.

M. gracilis, curaresirt. Primäre Spirale durch 2 Daniell geschlossen; in den secundären Kreis ist ein feiner Faden von $^3/_4$ proc. NaCl-Lösung eingeschaltet.

Längsdurchstr.		Querdurchstr.	
	22	50 45	**47·5**
17·5	20 15	**45**	
	10	23 21	**22**

19te Reihe.

M. semimembranosus; Versuch wie voriger.

Längsdurchstr.		Querdurchstr.	
	20	40 35	**37·5**
Keine Zuckung bei übereinandergeschobenen Rollen.	10 —	35	

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass die obige Erklärung unzutreffend ist. Denn der Unterschied in den Resultaten der beiden Durchströmungsarten, welcher sich hätte ausgleichen müssen, zeigt sich um Nichts verringert. Es ist aber auch nicht schwer, eine andere Erklärung für jenes auffällige Verhalten zu finden; eine der Forderungen nämlich, welche wir oben (S. 62) aufgestellt haben, ist bei dieser Methode nicht erfüllt. Die von den dichtesten Strömen betroffenen Muskelfasern befinden sich nicht unter gleichartigen Verhältnissen. Vielmehr liegt im Falle der Längsdurchströmung das fragliche Gebiet an der Oberfläche des Muskels, den ungünstigen Einflüssen des umgebenden Mediums direct ausgesetzt; im anderen Falle haben wir es mit Strömen zu thun, welche durch die ge-

schützten inneren Theile des Muskels gehen und ihre Wirksamkeit somit viel länger behaupten können. Die Folge hiervon ist, dass, bei dem raschen Absterben der oberflächlichen Fasern, die Längsdurchströmung alsbald grösserer Intensität bedarf, um die Minimalzuckung zu bewirken. Vor dem Absterben jedoch, so lange die Theile intact sind, muss sich das normale Verhalten auch hier wahrnehmen lassen. In der That ist mir dies gelungen; dass ich anfänglich nur Resultate in dem oben angedeuteten Sinne erhalten hatte, lag wesentlich daran, dass ich bei der Aufstellung des Versuches zu viel ungenützte Zeit verstreichen liess. Ich bemühte mich nun, die Zeit zwischen der Präparation des Muskels und dem Beginn der Reizung möglichst abzukürzen, und hatte die Genugthuung, meine Voraussage vollkommen bestätigt zu finden. Als Beleg dafür diene folgende Versuchsreihe:

20ste Reihe.

M. sartorius, sehr rasch präparirt und zwischen die Elektroden gebracht. Die Anordnung wie in Reihe 16 und 17.

Längsdurchstr.		Querdurchstr.	
157·5	165 150	**160**	
	150	156 155	**155·5**
149	150 148	**156**	
	145	153 154	**153·5**
134	136 132	**150**	
	130	145 142	**143·5**
116	119 113	**142**	
	112	140 135	**137·5**
99	103 105	**125**	
	85	110 105	**107·5**
70	75 65	**100**	

Die ersten 3—4 Querspalten vorstehender Versuchsreihe zeigen das normale Verhalten. Von da ab jedoch beginnt eine steigende Differenz zu Gunsten der Querdurchströmung sich geltend zu machen; eine genaue Beobachtung in diesem Stadium der Versuche zeigte auch, dass die oberflächlichen Muskelfasern an der Zuckung nicht mehr Theil nahmen. Ich bemerke übrigens, dass ich bei keinem meiner Versuche versäumt habe, den Muskel mit $^3/_4$ procentiger Kochsalzlösung zu befeuchten; das Sinken der Erregbarkeit der oberflächlichen Primitivbündel begann gleichwohl schon in den ersten fünf Minuten nach der Präparation sich geltend zu machen.

Wie schon bemerkt, **ist** die soeben besprochene Methode die mangelhafteste unter allen, welche ich zur Anwendung gezogen habe. Es hätte ihrer auch in der That nicht bedurft, um die gestellte Frage zu entscheiden. Vielmehr reichen die vorangegangenen Versuche vollkommen hin, um diese Entscheidung zu sichern, welche nunmehr in folgender Weise zu formuliren ist: Die erregende Wirkung des elektrischen Stromes auf ein Stück quergestreifter Muskelsubstanz ist die nämliche, welche Richtung der Strom auch habe.[1]) Wohl verstanden: Ich behaupte nicht, dass es für einen ganzen Muskel gleichgültig sei, in welcher Richtung er durchströmt werde, — denn dieses geht aus meinen Versuchen nicht unmittelbar hervor. Freilich ist die Wahrscheinlichkeit zu Gunsten dieser Annahme eine grosse. Dass sich aber eine einwurfsfreie Methode finden lasse, um die Frage sicher zu entscheiden, bezweifle ich sehr; der Weg, welchen Bernheim[2]) betreten hat, dürfte schwerlich zum Ziele führen.

---

1) Man wird diesen Ausspruch etwas kühn finden, da sich meine Versuche nur auf zwei Stromesrichtungen, die quere und longitudinale, bezogen. Ich bemerke indessen, dass ich häufig bei meinen Versuchen Gelegenheit genommen habe, auch die Wirkung schräggerichteter Ströme mit in den Vergleich zu ziehen. Eine Differenz, ausserhalb der Grenzen der Versuchsfehler, ist mir nie aufgefallen. Eingehendere Untersuchungen schienen mir, bei der grossen Unwahrscheinlichkeit, welche a priori auf der gegentheiligen Annahme lastet, vor der Hand entbehrlich.

2) A. a. O. S. 69.

Uebrigens knüpft sich, wie mich däucht, keinerlei besonderes Interesse an die Frage.

Ich möchte meine Mittheilungen über diesen Gegenstand nicht abschliessen, ohne einen Punkt zu betonen, der vielleicht zu Einwänden Veranlassung geben könnte, nämlich die Theorie der Entnervung des Muskels. Es ist nicht unmöglich, dass über die Wirkung des Curare, und nicht minder diejenige des aufsteigenden constanten Stromes eines Tages lebhafte Controversen ausbrechen, dass die Ansichten über beide Punkte sich wesentlich ändern. Ich betone aber ausdrücklich, dass die Beweiskraft meiner Versuche von der Verschiedenheit der Auffassungen hierüber gänzlich unabhängig ist. Die einfache Thatsache entscheidet hier Alles: Intacte Muskeln zeigen Differenzen zwischen nervenhaltigen und nervenfreien Strecken, ihre relative Empfindlichkeit gegen quer- und längsgerichtete Ströme hängt lediglich von dem Zuge der Nervenfasern an der gereizten Stelle ab. Muskeln hingegen, deren Nerven dem Anelektrotonus oder der Curare-Wirkung unterliegen, verhalten sich in allen ihren Theilen durchaus gleichartig; der Einfluss also, den die intramusculären Nerven auf die von uns untersuchten Verhältnisse haben, ist ganz sicher eliminirt, — auf welchem Wege, ist für die Sache gleichgültig. Ich hätte die Ausdrücke „Entnervung“ „Lähmung“ sehr wohl vermeiden können; doch liegt, meinem Gefühle nach, vorläufig kein Grund vor, die Richtigkeit der jetzt herrschenden Ansichten über jene beiden Punkte zu bezweifeln.

Hieran reiht sich mit Vortheil noch eine letzte Betrachtung. Die Resultate der vorliegenden Versuche liefern, nach meinem Dafürhalten, einen neuen exacten Beweis für die Irritabilität der Muskelsubstanz. Am nervenhaltigen Muskel zeigt sich die Längsdurchströmung im Allgemeinen wirksamer, als die Querdurchströmung; der entnervte Muskel hingegen zeigt gleiche Empfindlichkeit gegen Ströme von jederlei Richtung. Es ergeben sich hier also zwei gänzlich verschiedene Modi der Erregbarkeit, welche unmöglich beide an ein und dasselbe Gebilde, die intramusculäre Nervenfaser geknüpft werden können; vielmehr haben wir mit gutem Fug das in

diesen Zeilen geschilderte Verhalten als die eigenthümliche Erregbarkeit der Muskelsubstanz anzusprechen.

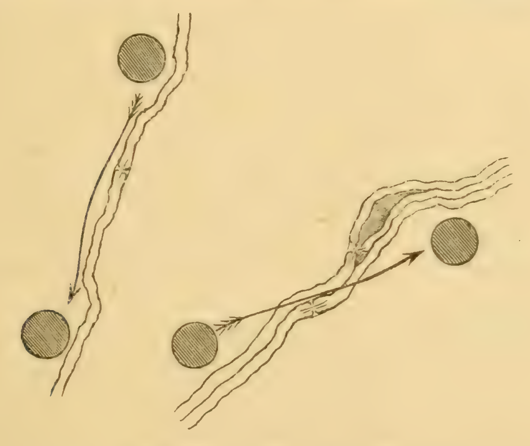
II. Zur Physiologie der motorischen Endplatten.

Directe experimentelle Angriffe auf die intramusculären Nerven sind bisher noch nicht versucht worden. Kühne[1]) fand vor längerer Zeit, gelegentlich seiner Versuche über das doppelsinnige Leitungsvermögen der motorischen Nerven, solche Versuche sehr wünschenswerth; er berichtet, dass er nahe daran gewesen sei, dieselben auszuführen, und zwar bestand sein etwas romantischer Plan darin, an den Sartorien von Ochsenfröschen intramusculäre Nervenstämmchen herauszupräpariren und elektrisch zu reizen. Es bedarf dessen durchaus nicht; die Gesetze der Stromverbreitung in nicht prismatischen Leitern gestatten solche Versuche am intacten Mukel auszuführen. Ich werde das Verfahren, dessen ich mich bedient habe, hier in kurzen Zügen andeuten; genauere Mittheilungen über das Technische der Methode, sowie über eine nicht unwichtige Anwendung derselben, verspare ich mir für eine andere Gelegenheit.

Die Muskeln, an welchen ich experimentirt habe, sind der Sartorius, der Cutaneus femoris, sowie der bisher nur zu mikroskopisch-anatomischen Zwecken benutzte Brusthautmuskel (Abdomino-gutturalis, Dugès) des Frosches. Die Nerven, welche zu diesen Muskeln treten, verzweigen sich an der inneren (von der Haut abgewendeten) Fläche derselben, dicht unter dem Perimysium. Ein Theil der vom Stamm sich ablösenden einzelnen Nervenfasern endigt an der Innenfläche des Muskels, die übrigen dringen in die Tiefe. Mein Verfahren gestattet nun, sowohl gröbere Aeste der Verzweigung, als einzelne Primitivfasern auf elektrischem Wege zu reizen. Ich benutzte hierzu ein Elektroden-Paar, welches aus zwei haarfeinen, durch enge Glasröhrchen gezogenen Platindrähten bestand, deren Spitzen nur circa 0·6 Mm. von einander entfernt waren. Dieses Elektroden-Paar wurde durch einen Schlüssel mit der secundären Rolle des Schlitteninductoriums in Verbindung gesetzt, dessen primäre Rolle durch einen Daniell geschlossen war.

1) Dies Archiv 1859. S. 596.

Zur Anstellung der Versuche wurde der frisch präparirte Muskel auf einen mit $^{3}/_{4}$ procentiger Kochsalzlösung befeuchteten Objectträger gebracht und, die innere Fläche zu oberst, unter ein 90 fach vergrösserndes Mikroskop gelegt. Ich suchte nun eiligst Stellen in der Nervenverzweigung aufzufinden, die ich der Reizung zugänglich glaubte, und bemühte mich alsdann, die oben beschriebene, durch ein Stativ beweglich fixirte Elektrode der Oberfläche des Muskels zu nähern, so zwar, dass die zur Durchströmung ausersehene Nervenfaser (oder Gruppe von solchen) in einer der nebengezeichneten Stellungen unter den



Drahtenden lag. Wurde nun der Inductionsstrom zugeleitet und die anfangs minimale Stärke desselben durch Näherung der Rollen allmälich gesteigert, so musste ein Punkt eintreten, wo gerade jene eine Nervenfaser Stromeschleifen von hinreichender Dichte bekam, während alle übrigen Fasern noch unbehelligt blieben. Eine directe Reizung der Muskelsubstanz stand umsoweniger zu befürchten, als dieselbe bekanntlich weit stärkere Ströme erfordert, wie die Reizung eines Nerven.

Der Effect der stattgehabten Reizung wurde durch das Mikroskop beobachtet: Eine Contraction war nur in der Nähe der Stelle wahrzunehmen, wo die durchströmte Nervenfaser endigte; die zahlreichen Primitivbündel, welche die Faser in ihrem Verlauf berührte, verhielten sich gänzlich ruhig. Dieses

Resultat ist schon an sich interessant; es hat lange Zeit die Meinung bestanden (und sie besteht vielleicht zur Stunde noch), dass die Nervenfaser „von der Flanke aus“ erregend auf die Muskelsubstanz wirken könne; man glaubte in dem vielfach gewundenen Verlauf der intramusculären Nerven eine sinnreiche Einrichtung der Natur begrüssen zu müssen, bezweckend, eine möglichst grosse Zahl von Muskelbündeln dem Imperium einer Nervenfaser zu unterwerfen. Schon Kühne's[1]) Versuche am M. sartorius haben dieser Meinung den Boden entzogen; doch ist obiges Verfahren, wie ich glaube, weit unmittelbarer und überzeugender.

Mit Versuchen dieser Art hatte ich mich, in ganz anderer Absicht, während des Winters 1872/73 beschäftigt. Im Anfang des letzten Sommers wurde ich, wie bereits oben bemerkt, durch Hrn. Geh.-Rath du Bois-Reymond auf die beiden wichtigen Folgerungen aufmerksam gemacht, welche aus der Entladungshypothese für die physiologischen Beziehungen zwischen Endplatte und Muskelsubstanz entstehen. Es ist die zweite derselben, mit welcher wir uns nunmehr zu beschäftigen haben.

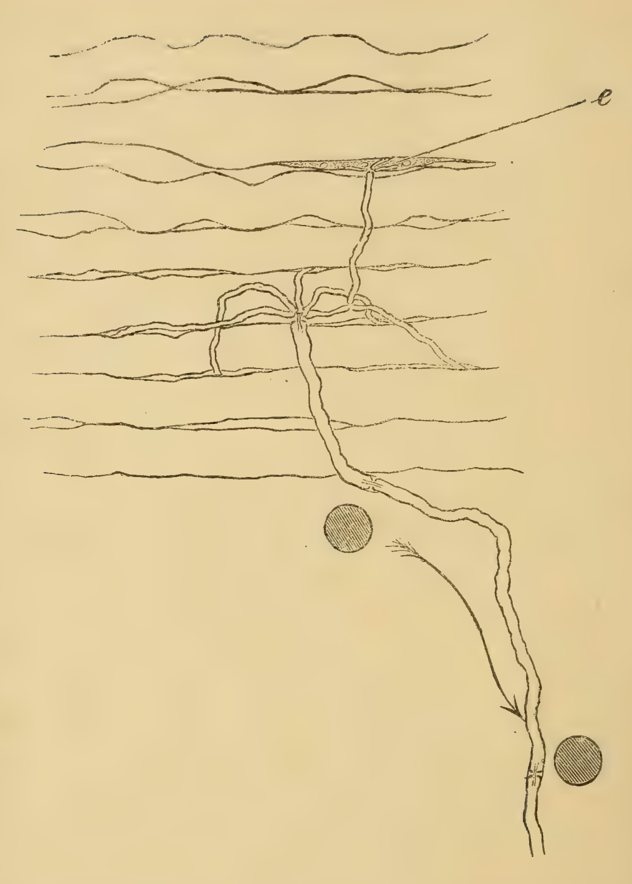
Denken wir uns einen Querschnitt durch eine Endplatte und die umliegenden Muskelbündel gemacht, so führt uns derselbe unmittelbar zu dem vorliegenden Problem. Da nämlich zwischen den einzelnen Muskelbündeln keine isolirende Substanz vorhanden ist, müssen die von einer elektrischen Endplatte ausgesandten Ströme sich offenbar auf alle umliegenden Muskelfasern ausbreiten. Wenn wir nun auch die zu entlegeneren Partieen gelangenden Ströme vernachlässigen können, so scheint es doch, dass wenigstens die unmittelbar der Endplatte benachbarten Muskelfasern von der Wirkung derselben in nahezu gleicher Stärke betroffen werden, dass somit jede Endplatte ihre ganze Umgebung tetanisirt. Diese Vorstellung hat a priori wenig Zusagendes: Der innige morphologische Zusammenhang zwischen der Endplatte und der zugehörigen

---

1) Dies Archiv, 1860. S. 184.

Muskelfaser erscheint völlig unverständlich, wenn die letztere physiologisch ihren Nachbaren gegenüber nicht im Mindesten bevorzugt ist. Man würde es weit eher verstehen, wenn eine solche Endplatte als unabhängiges Gebilde frei zwischen den Primitivbündeln läge. — Ich will nun hier noch nicht untersuchen, inwieweit für denjenigen, welcher auf dem Boden der Entladungshypothese steht, eine vermittelnde Vorstellung möglich ist. Ich will vielmehr berichten, in welchem Grade ich zu einer experimentellen Entscheidung der Frage gelangt bin.

Ich habe bereits oben dargelegt, wie es möglich ist, einzelne Nervenfasern innerhalb eines Muskels gesondert zu reizen. Dies bezog sich nun freilich nicht auf die terminalen Fasern, welche unmittelbar in Endplatten auslaufen, sondern nur auf die grösseren, praeterminalen Zweige. Das anatomische Verhalten ist aber ein solches, dass man, auf indirectem Wege, auch die Wirkung einer einzelnen Endplatte sich isolirt vor Augen führen kann. Die Endplattenäste entstehen beim Frosch bekanntlich so, dass eine der grösseren, praeterminalen Nervenfasern durch büschelförmige Theilung in eine variable Anzahl feinerer Fasern zerfällt, welche unmittelbar zu ihren Muskelbündeln sich begeben. Die Zweige eines solchen Büschels sind in der Regel so angeordnet, dass eine Gruppe benachbarter Primitivbündel von ihnen mit Endigungen versorgt wird; in solchen Fällen zuckt bei Reizung der Stammfaser ein mehr oder minder grosser Complex von Muskelbündeln, und es lässt sich über die Wirkung der einzelnen Endplatten dann nichts Bestimmtes aussagen. Es giebt aber Fälle, wo die Zweige einen mehr gesonderten Verlauf einschlagen, wo z. B. (siehe umstehende Zeichnung) nur ein einziger an der Oberfläche des Muskels verbleibt und dort in eine Endplatte ausläuft, während die übrigen in die Tiefe hinabtauchen. An solche Objecte muss man sich halten, und ich habe zahlreiche Fälle dieser Art zu dem in Rede stehenden Versuche benutzt. Nachdem die Stammnervenfaser in der oben geschilderten Weise unter die Elektroden gebracht war, liess ich, bei sorgfältiger mikroskopischer Beobachtung, die Inductionsströme über das Präparat herein-



brechen und steigerte die Intensität derselben so lange, bis der erwartete Effect eintrat. Derselbe bestand ausnahmslos darin, dass nur jenes eine Primitivbündel zuckte, dessen Endplatte aus der gereizten Nervenfaser hervorging, während alle Nachbarbündel ruhig blieben. Das Bild, welches man erhält, ist in der Figur schematisch veranschaulicht: Das mit der Endplatte (e) verbundene Primitivbündel ist, in der Umgebung der Reizstelle, tetanisch contrahirt, während die übrigen das Prévost-Dumas'sche Phaenomen der Zickzackbiegung zeigen.

Man wird mir einwenden, dass ich es hätte unternehmen sollen, durch Verstärkung des Stromes ein Uebergreifen der Endplattenwirkung auf benachbarte Muskelfasern zu erzielen; es habe vielleicht an der Schwäche des Reizes gelegen, wenn es bei meinen Versuchen hierzu nicht gekommen wäre.

Dieser Einwand ist zutreffend; die geforderte Verstärkung des Reizes war jedoch aus dem Grunde unzulässig, weil meine Methode überhaupt nur die Anwendung minimaler Ströme zuliess. Denn näherte ich die Rollen des Schlitteninductoriums einander, so wurden alsbald andere Nervenfasern und schliesslich die Muskelsubstanz selbst mitgereizt, und dann hatte es mit der Beobachtung ein Ende.

Vergebens habe ich versucht, die elektrische Reizung durch eine chemische zu ersetzen, indem ich unter dem Mikroskop Tröpfchen von solchen Substanzen, welche specifische Erreger des Nerven sind (concentrirte NaCl-Lösung, Glycerin, Kreosot, Carbolsäure) auf einzelne Fasern gelangen liess. Die Diffusion durch Fascie und Perineurium hindurch scheint nicht mit derjenigen Energie zu geschehen, welche für das Zustandekommen der Erregung erforderlich ist.

Ich kann also lediglich behaupten, dass bei schwacher Reizung die Wirkung der motorischen Endplatte beschränkt bleibt auf die ihr zugehörige Muskelfaser; über den Effect starker Reizung vermag ich nichts auszusagen. Es fragt sich nun, ob das hier Mitgetheilte nothwendig zu Ungunsten der Entladungshypothese spricht. Ich glaube diese Frage verneinen zu müssen, obgleich mein Lehrer, Hr. du Bois-Reymond, mit dem ich mich über den Gegenstand zu unterhalten wiederholt die Ehre hatte, der entgegengesetzten Ansicht ist. — Zunächst folgt aus dem anatomischen Verhalten mit Nothwendigkeit, dass die von einer Endplatte ausgesandten Ströme nicht alle umliegenden Muskelfasern in gleicher Stärke treffen. Die Endplatte ist bekanntlich, ganz abgesehen von ihrem Verhältniss zum Sarkolemm, so in die Substanz des Primitivbündels eingesenkt, dass sie auf guten Profilansichten kaum über die Oberfläche desselben hervorragt. Die contractile Substanz des anatomisch verbundenen

Primitivbündels befindet sich also in unmittelbarer Nähe des stromerzeugenden Apparates und mithin im Gebiet der grössten Dichte. Anders die übrigen Muskelfasern. Zwischen ihnen und der fremden Endplatte liegen interstitielles Bindegewebe, Nervenfasern, Gefässe, Sarkolemm; ihre contractilen Fibrillen erhalten somit nur die weniger dichten, mittleren Theile der Stromescurven und man kann sich recht wohl vorstellen, dass bei den schwächsten Graden der Reizung nur das Gebiet der grössten Dichte zuckungerregend wirkt, d. h. dass nur die anatomisch der Endplatte zugehörige Muskelfaser sich contrahirt. Freilich ist nicht in Abrede zu stellen, dass der zu Gunsten der letzteren bestehende Unterschied nur einen ziemlich geringen Bruchtheil der Dichte ausmachen kann. Soll nun dieser kleine Bruchtheil wirklich in dem bezeichneten Sinne wirken, so muss allerdings die Stärke des Minimalschlages der Endplatte ziemlich genau abgemessen sein; sie darf die zur Erregung der Muskelsubstanz eben erforderliche Stärke nicht weit überschreiten, sonst wird jene Differenz, wie leicht einzusehen, gänzlich illusorisch. Eine derartige genaue Abmessung der Stromesstärke erklärte Hr. du Bois-Reymond (in mündl. Besprechung) für sehr unwahrscheinlich. Man muss jedoch, wie mir scheint, folgenden Umstand berücksichtigen. Die durch Nervenreizung ausgelöste Muskelzuckung kann bekanntlich alle Grade der Stärke durchlaufen, vom unmerklichsten Erzittern bis zur machtvollsten Contraction; ebenso weiss Jeder, einer wie feinen Abstufung die unter dem Willenseinfluss ausgeführten Muskelactionen fähig sind. Diese Mannigfaltigkeit in der Intensität der Innervation kann man sich kaum anders bewerkstelligt denken, als durch die verschiedene Stärke des von der Endplatte ausgehenden, auf die Muskelfasern wirkenden Reizes. Wie soll hier aber eine feine Abstufung möglich sein, wenn schon der allergeringste Schlag, den die Endplatte auszutheilen vermag, weit über die Grenzen des Erforderlichen hinausgeht? Wie soll unter diesen Umständen überhaupt eine Zuckung von sehr geringer Stärke zu Stande kommen? Diese Ueberlegung scheint mir unanfechtbar, und auf Grund derselben glaube ich meine bereits oben ausgesprochene Behauptung vertreten zu

können: Der Umstand, dass bei geringen Graden der Reizung die Endplatte nur das anatomisch zu ihr gehörige Primitivbündel in Contraction zu setzen vermag, spricht weder für noch gegen die Entladungshypothese.

Hätte sich das entgegengesetzte Resultat herausgestellt, wenn auch nur in einem einzigen, völlig unzweideutigen Falle, so würde dies keinen verächtlichen Beweisgrund für die Richtigkeit jener interessanten Hypothese abgegeben haben. Trotz lange fortgesetzter Bemühungen ist es mir aber nicht gelungen, einen Fall dieser Art anzutreffen.

Berlin, im December 1873.

Gewichtsbestimmungen der Organe des menschlichen Körpers.

Von

Dr. G. v. Liebig,
in Reichenhall.

Im April 1852 machte ich auf Veranlassung meines verehrten Lehrers, des Hrn. Professor Dr. Th. v. Bischoff, damals in Giessen, in Gemeinschaft mit einem Freunde Wägungen sämmtlicher Körpertheile der Leichen von zwei erhängten Selbstmördern. Die Resultate beabsichtigte mein Freund als Dissertation zu bearbeiten, was aber nicht zur Ausführung kam. Ich hatte mir die hauptsächlichsten Resultate ebenfalls aufgezeichnet, die ich erst kürzlich wieder auffand, und die, wenn auch nicht ganz vollständig, doch in mehreren Richtungen zu Vergleichen brauchbar sind. Sie ergänzen eine ähnliche Arbeit, welche später in München ebenfalls auf Veranlassung des Hrn. Professors v. Bischoff gemacht wurde, und ich halte es deshalb für Recht sie noch zu veröffentlichen.

Die Körper gehörten wohlgebauten Männern im Alter zwischen 30 und 45 Jahren an, waren weder mager noch auffallend fett, der eine war von mittlerer Grösse, der andere etwas grösser.

Die ganzen Körper wurden vermittelst eines unterliegenden Secirbrettes auf einer guten Brückenwage gewogen, die einzelnen Organe auf einer kleineren Wage, welche Ausschläge

bei $\frac{1}{10000}$ Loth (zu 15·625 Gramm) Uebergewicht leicht erkennen liess. Eine bei beiden Leichen schliesslich zwischen dem Anfangsgewichte und der Summe der einzelnen Theile auftretende Gewichtsdifferenz, welche bei jedem fast genau die gleiche Grösse von etwa 1 Pfd. hatte, wurde vernachlässigt, da die täglich vorgenommenen Controlwägungen den Fehler mit Bestimmtheit auf eine unsichere Gewichtsbestimmung des mit 16 Pfd. auf der grossen Wage gewogenen Bretes zurückführen liessen.

Die Jahreszeit war noch so kühl, dass sich die Leichen gut erhielten, zur Arbeit fast zu kalt; wir vermieden aber trotzdem den Saal zu heizen.

Mit der ersten Leiche wurde die Arbeit am 6. April begonnen und am 9. vollendet. Die zweite Leiche, welche etwas später eintraf, ward am Morgen des 10. April zuerst gewogen; allein die Arbeit konnte nicht vor dem 12. begonnen werden und wurde am 16. vollendet.

Die Leichen wurden während der Arbeit täglich Morgens und Abends gewogen, und zwar Abends zweimal; das erstemal mit Hinzufügen der während des Tages hinwegpräparirten Theile, das zweitemal ohne dieselben.

Die erste abendliche Wägung ergab, mit der vorhergehenden Morgenwägung verglichen, einen Gewichtsunterschied, welcher durch den Verlust des abgeflossenen und nicht gewogenen Blutes und durch die Verdunstung veranlasst wurde, sowie durch den geringen Substanzverlust bei der Präparation.

Die zweite abendliche Wägung diente dazu um durch Vergleichung mit der Wägung des folgenden Morgens die Verdunstung während der Nacht kennen zu lernen.

Die einzelnen Theile wurden so bald als möglich nach der Wegnahme vom Körper gewogen.

Die Körpergewichte in das Grammgewicht übertragen betrugen bei der Leiche A 55749 Gramm, bei der Leiche B 76511 Gramm.

Die Gewichtsverluste, wie sie durch die täglichen Wägungen ermittelt wurden, waren folgende:

bei A.			bei B.		
April	Verlust am Tage. Gramm.	Verdunstung bei Nacht. Gramm.	April	Verlust am Tage. Gramm.	Verdunstung. Gramm.
			10 v. Morgs. bis Abds.		63
			10—12	. . .	127
			12	157	Bei Nacht:
6	306		13	84	139
7	233	83	14	538	88
8	731	121	15	435	176
9	714	132	16	1847	391
Summa	2184	336		3106	984

Der Verlust und die Verdunstung sind den Gruppen der Körpertheile angereiht, wie ich sie zur bequemeren Uebersicht im Folgenden zusammenstelle. Die Zahlen der beiden ersten senkrechten Reihen geben die Gewichte in Grammen, die beiden letzten geben die procentischen Verhältnisse, das ganze Körpergewicht = 100 gesetzt.

Tabelle 1.	Absolutes Gewicht in Gramm.		Verhältnissgewicht Procent.	
	A.	B.	A.	B.
Skelet	11464	13941	20·6	18·2
Muskeln	23062	32193	41·4	42·1
Haut	3516	4234	6·3	5·5
Fett	6159	11028	11·0	14·4
Eingeweide	8616	10034	15·5	13·1
Magen und Darminhalt	—	175	—	0·2
Blut	412	815		
Verlust	2184	3106		
Verdunstung	336	984		
Summe	55749	76510		

Die Berechnung der Verhältnissgewichte lässt sich nicht vervollständigen, ohne die unter „Verlust“ begriffenen Gewichtsmengen in ihre wesentlichen Bestandtheile, Blut und Verdunstung zu zerlegen, wenn wir von dem geringen wirklichen Substanzverluste bei der Präparation absehen wollen, der bei

sorgfältiger Arbeit so unbedeutend ist, dass er in der That vernachlässigt werden kann.

Es ist nun möglich, aus dem bekannten Gewichte der Verdunstung bei Nacht, die Grösse der Verdunstung bei Tage annähernd zu schätzen, deren Gewicht von dem „Verluste" abgezogen, die abgeflossene Blutmenge übrig lässt.

Die Wägungen der Körper wurden Morgens gegen 9 Uhr und Abends mit Dunkelwerden zwischen 5 und 6 Uhr vorgenommen. Die für die Verdunstung in der Nacht gefundenen Gewichtsmengen beziehen sich also auf die 15 Stunden zwischen 6 Uhr Abends und 9 Uhr Morgens und es soll die Verdunstung in den übrigen 9 Stunden des Tages gefunden werden. Um dazu zu gelangen nehmen wir an, dass die abdunstenden Flächen bei Tag und Nacht im Durchschnitt die gleichen Grössen hatten, was ohne zu grossen Fehler geschehen kann. Es würde sich unter diesen Umständen die Grösse der Verdunstung nach der bestehenden Sättigung der Luft mit Wasserdampf richten: — je mehr davon die Luft bereits enthielt, um so weniger konnte in einer bestimmten Zeit verdunsten und umgekehrt. Die Temperatur während der Zeit der Arbeit können wir als die mittlere des April zwischen 10 und 14° C. annehmen, und in diesem Monat beträgt nach Kämtz in Halle die mittlere Sättigung für die 15 Nachtstunden, von 6 Uhr Abends bis 9 Uhr Morgens, 77·0 Procent der vollständig gesättigten Dampfmenge, die mittlere Sättigung der übrigen 9 Tagesstunden 61·6 Procent. Die Verdunstung einer Tagesstunde wird sich nun zur Verdunstung einer Nachtstunde verhalten, umgekehrt wie die Sättigung, also hier wie 77·0 zu 61·6. In den drei Nächten vom 6. bis 9. April betrug die Verdunstung bei A 336 Gramm, oder in einer Nachtstunde durchschnittlich 4·467 Gramm. In einer Tagesstunde würde sie also nach dem angegebenen Verhältnisse betragen haben 9·334 Gramm, demnach für die 4 Tage oder für 36 Stunden ebenfalls 336 Gramm.

Für B betrug die Verdunstung in den 4 Nächten — zwischen dem 12. und 16. April 794 Gramm, also für jede Stunde 13·233 Gramm, demnach für eine Tagesstunde 16·541 Gramm, also für die 5 Tage oder 45 Stunden 744·3 Gramm. Dazu

kommt bei B noch die vom 10. bis 12. April verdunstete Menge. Die Gesammtverdunstung betrug also

bei A.			bei B.	
für 3 Nächte zu 15 St.	336 Grm.		vom 10—12. April	190 Grm.
„ 4 Tage zu 9 St.	336 „		für 4 Nächte	794 „
	672 Grm.		für 5 Tage	744 „
				1738 Grm.

Wenn wir nun die für die Tagesstunden gefundenen Gewichtsmengen der Verdunstung von den unter „Verlust" angeführten Gewichtsmengen abziehen, so erhalten wir in dem Reste wesentlich die Menge des nicht gewogenen Blutes, welcher wir hier gleich die aus der Tabelle entnommenen gewogenen Blutmengen hinzufügen wollen, um die gesammte Blutmenge zu erhalten.

	A.	B.
Verlust	2184 Grm.	3106 Grm.
ab Verdunstung bei Tage . . .	336 „	744 „
bleibt abgeflossenes Blut . . .	1848 Grm.	1362 Grm.
dazu gewogenes Blut	412 „	815 „
Gesammte Blutmenge . . .	2260 Grm.	3177 Grm.

Die hier für sämmtliches Blut gefundenen Gewichtsmengen entsprechen bei A. 4·1 Procent des Körpergewichtes, bei B. 4·2 Procent.

Vergleichen wir unsere annähernde Bestimmung der Blutmenge mit anderen bekannten Bestimmungen, so finden wir bei Th. Bischoff (Abermalige Bestimmung der Blutmenge bei einem Hingerichteten, Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, IX. Band), dass das Gesammtgewicht des Blutes etwa 7·5 Procent des Körpergewichtes ausmacht, und dass das bei Verblutung durch Enthauptung verlorene Blut etwa 5·5 Procent des Körpergewichtes beträgt, indem 2 Procent im Körper zurückbleiben. Von diesen 2 Procent ist das meiste in den kleineren Venen und dem Capillarsystem der Gewebe enthalten und kann nicht davon getrennt werden. Bei einem Erhängten oder überhaupt nicht unter Verblutung Gestorbenen lässt sich von vorneherein annehmen, dass viele seiner Organe, wie

Lunge und Leber u. s. w., mehr Blut enthalten werden, welches nach dem Tode nicht mehr ausfliesst, als die eines Verbluteten, und dass das bei der Section aus dem Herzen, den grossen Gefässen und der Kopfhöhle ausfliessende Blut deshalb weniger als 5·5 Procent des Körpergewichtes ausmachen wird. Die bei unseren Erhängten annähernd bestimmte Blutmenge betrug in der That nur etwa 4 Procent des Körpergewichtes. Die genaue Uebereinstimmung der beiden relativen Blutmengen ist mit Rücksicht auf die weiten Grenzen der unserer Berechnung zu Grunde liegenden Annahmen eine befriedigende, indem sie der zur Annäherung benützten Methode eine Berechtigung zu geben scheint. Der Fehler, welcher der Bestimmung anhaftet, dürfte übrigens die gefundene Blutmenge zu gross erscheinen lassen, und ich werde in dieser Ansicht bestärkt durch die weiter unten (Tabelle 7, I) angestellte Vergleichung der Organe unserer Erhängten mit den Organen eines Enthaupteten, so dass das in unseren Fällen ausgeflossene Blut in der That etwa zwischen 3 und 4 Pct. des Körpergewichts zu suchen wäre.

Nehmen wir 3 Procent des Körpergewichtes als die niederste Grenze für das Gewicht des bei Sectionen gewöhnlich ausfliessenden Blutes an, so wird, nach der Bestimmung Th. Bischoff's die höchste, nach innerer Verblutung, bei etwa 5 Procent zu suchen sein.

Von den drei unteren Reihen der Tabelle 1 wird, nachdem Blut und Verdunstung bestimmt sind, die mit „Verlust" bezeichnete ganz wegfallen, und die beiden anderen werden die näher bestimmten Gewichtsmengen für Blut und Verdunstung enthalten:

	A.	B.	A.	B.
	absolutes Gewicht		Verhältnissgew. pCt.	
Blut	2260	3177	4·1	4·2
Verdunstung	672	1728	1·4	2·3

Die Gewichte der Eingeweide, wie vorher in Grammen und in Procenten des Körpergewichtes, waren folgende:

Tabelle 2.	Absolutes Gewicht in Gramm.		Verhältnissgewicht Procent.	
	A.	B.	A.	B.
Gehirn	1527·4	1562·5	2·7	2·0
Rückenmark	€2 5	60·6	0·4	0·2
Nervenstämme	142·7	133·1		
Bulbi	13·9	13·9		
Thränendrüse	2·2	1·2		
Speicheldrüsen	71·8	107·7	0·2	0·3
Schilddrüse	31·3	41·5		
Lymphdrüsen	8·3	24·9		
Zunge mit Gaumen	75·2	88·0	0·1	0·1
Lunge mit Luftröhre u. Kehlk.	1489·2	1687.0	2·7	2·2
Herz	426·3	474·7	0·8	0·6
Grössere Gefässe	254·2	266·1	0·5	0·3
Leber	1723·6	2180·1	3·1	2·9
Pankreas	78·6	131·4	0·1	0·2
Milz	94·7	391·6	0·2	0·5
Magen u. Speiseröhre	312·5	2134·9	0·6	2·8
Darm	2072·3		3·7	
Mastdarm		721·3		1·0
Urogenitalorgane	229·1		0·4	
Nebennieren		13·9		
Summa	8615·8	10034·4	15·5	13·1

Bei A war der Magen und Darminhalt nicht angegeben, und es ist daher wahrscheinlich, dass er mitgewogen wurde.

Vom Skelete und den Muskeln wurden die zu den Extremitäten gehörigen Theile besonders gewogen.

Tabelle 3.	A. Absolutes Gewicht.		Verhältniss-gewicht.		B. Absolutes Gewicht.		Verhältniss-gewicht.	
	Skelet	Muskeln	Skelt.	Musk.	Skelet	Muskeln	Skelt.	Musk.
Kopf u. Rumpf	6219·8	6130·3	54·3	26·6	7316·8	9728 0	52·2	30·2
Rechter Arm	708·0	1733·4	6·2	7·5	876·4	2324·2	6·3	7·2
Linker Arm	668·9	1620·8	5·8	7·0	786·1	2094·6	5·6	6·5
Rechtes Bein	3867·3	13578·0	33·7	58·9	2509·9	9165·0	18·0	28·4
Linkes Bein					2451·3	8881·7	17·6	27·6
Summa	11464·0	23062·5	100·0	100·0	13940·5	32193·5	100·0	99·0

Das Ziel solcher Wägungen, wie wir sie vorgenommen haben, ist einestheils ein rein wissenschaftliches, die Kenntniss der Gewichtsverhältnisse an Gesunden und der Grenzen nor-

maler Schwankungen, andererseits ein pathologisches, die Gewinnung eines Maassstabes zur Beurtheilung krankhafter Gewichtsveränderungen. In beiden Fällen ist es wünschenswerth den Maassstab des ganzen Körpergewichtes anzulegen, da die wirklichen Gewichte einzelner Theile bei verschiedenen Körpergewichten sich nur in den wenigsten Fällen untereinander vergleichen lassen, wie wir später sehen werden. Die gleichzeitige Beachtung der Längenmaasse des Körpers ergiebt, dass diese von nur geringem Einflusse auf die Gewichte der einzelnen Organe sind. Für die Pathologie wird erst dann eine wahrhaft nützliche Anwendung der Gewichtsverhältnisse möglich sein, wenn die Leichen vor der Section gewogen werden, wie es an grösseren pathologischen Anstalten geschieht.

Die normalen Schwankungen werden durch die wechselnde Anfüllung der Organe mit Blut, durch die Einflüsse verschiedener Ernährung, durch den grösseren oder geringeren Gebrauch einzelner Theile und durch die aus letzteren Gründen ungleiche Entwickelung der Systeme bedingt sein.

Man begreift, dass bei derartigen Untersuchungen die Fehlerquellen möglichst vermieden werden müssen, und in dieser Hinsicht sind unsere Bestimmungen mehr als Vorstudien, denn als maassgebende Arbeiten zu betrachten. In Folge des späten Beginnens und der langen Dauer der Arbeit waren Augen und Haut durch Vertrocknung ohne Zweifel etwas leichter als im frischen Zustande. Auch waren aus demselben Grunde die Verluste durch Verdunstung und deren Rückwirkung auf die relativen Gewichte grösser als sie gewesen wären, wenn die Arbeit in einem Tage hätte gemacht werden können. Der Fehler, welcher durch Verdunstung entstanden ist, vertheilt sich in unseren Fällen auf alle Organe, so dass er in der That immer noch klein ist und bei A nur etwa 0·2 Procent, bei B nahezu 0·5 Procent auf je 20 Procent des Körpergewichtes beträgt. Hätte man aber das abgelaufene Blut und die Verdunstung ganz vernachlässigt, in der beispielsweisen Grösse von 5 Procent des Körpergewichtes, so würden die relativen Gewichte, bezogen auf das Körpergerwicht, für je 20 Procent um 1 Procent zu hoch ausgefallen sein.

Erst durch Vergleichung mit anderen ähnlichen Arbeiten erhalten solche Gewichtsbestimmungen ihren wahren Werth, und wir sind so glücklich, in einer Arbeit, welche Prof. Th. v. Bischoff in den Jahren 1861 und 1862 in München veranlasste, solches Material zu besitzen. (Einige Gewichts- und Trockenbestimmungen der Organe des menschlichen Körpers, von E. Bischoff, Zeitschrift für rationelle Medicin, III. Reihe Bd. XX. 1863.)

E. Bischoff benutzte die Leichen von einem enthaupteten Verbrecher, von einem verunglückten Weibe, von zwei neugebornen Kindern und von einer Frühgeburt. Bei der Besprechung konnten einige Gewichtsbestimmungen hinzugefügt werden, welche Prof. v. Bischoff selbst im Juli 1854 an der Leiche eines jugendlichen Selbstmörders gemacht hatte.

Die Wägungen wurden mit ausreichender Hülfe rasch vorgenommen.

Um die Körpertheile in passender Weise gruppiren zu können und auch den geringen Verlusten Rechnung zu tragen, berechnete ich die Verhältnissgewichte auf's Neue aus den angegebenen Einzelbestimmungen, indem ich Augen, Gefässe, Nerven zu den Eingeweiden, die äusseren Ohren und Haare zur Haut nahm. In der Zusammenstellung behielt ich die lateinischen Ziffern E. Bischoff's für die einzelnen Fälle bei.

I. Enthaupteter Verbrecher, 33 J., Körpergewicht 69668 Gramm.

II. Wohlbeleibtes Mädchen, 22 J., Gew. 55400 Gramm. Sie verunglückte durch einen Sturz auf den Kopf und war gleich todt. Blutverlust nur aus dem rechten Ohr.

III. Selbstmörder, erhängt, 16 J., Gew. 35547 Gramm. Er war so mager, dass Haut und Fettgewebe bei der Präparation nicht leicht von einander getrennt werden konnten.

IV. Neugeborner Knabe, ausgetragen, todtgeboren, mager, so dass man Haut und Fettgewebe bei der Präparation nicht trennen konnte. Gew. 2300 Gramm.

V. Neugeborenes Mädchen, während der Geburt gestorben. Lungenbläschen lufthaltig, Meconium zum grössten Theile

entleert, wässeriges Exsudat in der Peritonäalhöhle, sehr fett und ziemlich gross, Gew. 2969 Gramm.

VI. Männliche Frühgeburt, $5^1/_2$ — 6 Monate, wog ohne Nabelschnur und Placenta 497 Gramm.

Der übersichtlichen Zusammenstellung unserer Fälle mit denen E. Bischoff's schicke ich noch folgende Bemerkungen voraus.

Bei A und B wurden die durch Berechnung näher bestimmten Werthe für Blut und Verdunstung eingesetzt. Der unvermeidliche, aber sehr unbedeutende und deshalb zu vernachlässigende Substanzverlust bei der Präparation würde in diesen Fällen die relative Blutmenge etwas erhöhen, wenn er gross genug wäre, um zum Ausdruck zu kommen. Bei A ist nichts über Magen und Darminhalt angegeben, und es ist also anzunehmen, dass kein Koth im Mastdarm war, der ja bei Erhängten häufig im Sterben noch entleert wird, und dass auch keine bedeutende Anfüllung des Magens vorhanden war. Der geringe Magen- und Darminhalt wurde wahrscheinlich mitgewogen, was für die Eingeweide einen kleinen Fehler macht, der aber die übrigen Systeme nicht berührt. Bei B und bei I ist unter „Magen- und Darminhalt" auch der in der Blase befindliche Urin mitinbegriffen.

Bei den Fällen E. Bischoff's ist unter „Verdunstung" der gesammte Verlust einbegriffen. Bei I sind noch „Blutreste", bei II noch ausgelaufenes Blut darin eingerechnet. Ausserdem wird bei II des Blutes keine Erwähnung gethan, auch nicht bei III, wo es ohne Zweifel in der Ziffer für die Eingeweide enthalten ist, von denen ein Theil nicht direct gewogen, sondern mit Zuhülfenahme des ganzen Körpergewichtes berechnet wurde und die Verhältnisszahl für die Eingeweide ist wohl deshalb so gross ausgefallen. Die Ziffer für das Gewicht des Blutes bei I wurde nicht durch Wägung gefunden, sondern nach früheren genauen Bestimmungen aus der oben angeführten Arbeit Th. Bischoff's berechnet und ist als zuverlässig anzunehmen. Bei VI ist der relative Verlust sehr gross, was daher kommt, dass bei dem geringen Körpergewichte von 497 Gramm auch der kleinste nicht gewogene Substanzverlust im Verhältnissgewichte sehr bedeutend erscheinen muss. Das

ganze wirkliche Gewicht des Verlustes (Blut und Verdunstung) von 7·1 Procent beträgt 35·25 Gramm, das des Darminhaltes mit 0·9 Procent nur 4·5 Gramm.

Tabelle 4. Uebersicht nach Procenten des Körpergewichtes.

	Erwachsene.					Neugeborene.		
	A.	B.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Grösse, in Cm.	kleiner	grösser	168	159	150	49	über 49	28
Körpergewicht in Kgr.	55·7	76·5	69·6	55·4	35 5	2·3	3·0	0·5
Todesart	erhängt	erhängt	enthauptet	verungl.	erhängt	Todgeb.	unter d. Geb.gest	Frühgeburt
Skelet pCt.	20 6	18·2	15·9	15.1	23·7	18·5	15·7	20·3
Muskeln „	41·4	42·1	41·8	35 8	44·2	23 9	23·6	22·4
Haut „	6 3	5·5	7·0	5·7	11·3	20·9	15·3	14·8
Fett „	11·0	14·4	18·0	28·3			13·7	
Eingeweide „	15·5	13·1	10·0	12·2	20·7	32·3	30·0	34·4
Mag. u. Darminhalt „	—	0·2	1·5	2·0		1·7	—	0·9
Blut „	4·1	4·2	4·9	—		2·7	1·7	7·1
Verdunstung „	1·0	2·3	0·9	0·8				
	99·9	100·0	100·0	99·9	99·9	100·0	100·0	99·9

Geht man die Horizontalreihen durch, so zeigt sich, dass nur eine einzige, die des Knochensystems bei Erwachsenen wie bei Neugeborenen, sich gleichmässig in ähnlichen Verhältnisszahlen bewegt, zwischen 15 und 23 Procent (Mittel der Erw. 18·7., der Neugeb. 18·2 Procent), während alle übrigen Systeme sich in den beiden Abtheilungen verschieden von einander verhalten. Bei den Erwachsenen ist das Muskelsystem am gleichmässigsten entwickelt, bei den Neugeborenen das Muskelsystem und das der Eingeweide. Die übrigen Systeme unterliegen in beiden Abtheilungen im Verhältniss zu ihrer Grösse bedeutenden Schwankungen; die grössten aber zeigt das Fettgewebe. Dieses letztere steht offenbar in keiner festen Beziehung zu den übrigen Systemen, aber seine Schwankungen müssen selbstverständlich auf die Grösse der übrigen Verhältnisszahlen einen Einfluss ausüben, indem die anderen Zahlen steigen, wenn die des Fettes abnimmt und umgekehrt. So sehen wir, dass der Fall II, der am meisten Fettgewebe hat (28 Procent), für Knochen und Muskeln kleinere Verhältniss-

zahlen besitzt, als die übrigen, und der Fall III, der am wenigsten Fett hat, die höchsten. Ebenso wie das Fett beeinflussen die übrigen in unregelmässiger Grösse vorkommenden Stellen, wie Blut, Verdunstung, Darminhalt, die Zahlen der beständigeren Systeme und verhindern das deutliche Hervortreten ihrer Verhältnisse untereinander. Diese treten aber sofort hervor, wenn man ihre Verhältnisszahlen untereinander besonders berechnet, mit Weglassung des Fettes und der übrigen unregelmässigen Grössen. Die Berechnung musste sich hier auf die Erwachsenen mit Ausnahme von Fall III beschränken. In der Tabelle sind die Körpergewichte des Vergleichs wegen wiederholt.

Tabelle 5.	A.	B.	I.	II.	Mittel
Körpergewicht in Kgr.	55·7	76·5	69·7	55·4	
Knochen	24·6	23·1	21·3	22·0	22·7
Muskeln	49·4	53·3	55·9	52·0	52·7
Haut	7·5	7·0	9·3	8·3	8·0
Eingeweide	18·5	16·5	13·5	17·7	16·6
	100·0	99·9	100·0	100·0	100·0

Hier ist nun die vorherige Ungleichheit unter den einzelnen Stellen des Muskel- und Knochensystems mehr ausgeglichen, indem sie bei grösseren Verhältnisszahlen weniger von ihren Mitteln abweichen. Nur bei der Haut ist mit der Verhältnisszahl auch die Abweichung etwas gewachsen; sie verhält sich unregelmässiger, weil die Ausdehnung der Haut zum Theil durch die Fettentwickelung bedingt ist. Die Verhältnisse bei der Frau unterscheiden sich jetzt nicht von denen der Männer, sie schliessen sich dem Mittel am genauesten an.

Bei den Neugeborenen besitzt das Muskelsystem eine bedeutend geringere, das der Eingeweide eine grössere Entwickelung als bei den Erwachsenen, was in der folgenden Tabelle deutlich sichtbar wird, in welcher diese drei Systeme für sich berechnet sind. Die Haut konnte nicht hinzugenommen werden, weil sie bei zwei der Neugeborenen vom Fett nicht getrennt werden konnte.

Tabelle 6.	A.	B.	I.	II.	IV.	V.	VI.	Mittel Erwachsene.	Mittel Neugeborn.
Körpergew. in Kgr.	55·7	76·5	69·7	55·4	2·3	3·0	0·5		
Knochen	26·6	24·8	24·5	23·5	24·8	22·6	26·6	24·7	24·7
Muskeln	53·5	57·3	56·7	61·7	32·0	33·9	29·4	57·3	31·8
Eingeweide	19·9	17·9	19·3	14·9	43·2	43·4	44·0	18·0	43·5
	100·0	100·0	100·0	100·0	100·0	99·9	100·0	100·0	100·0

Wir sehen hier in der That in überraschender Weise bestätigt, was sich in weiteren Grenzen schon aus Tabelle 4 ergab, dass das Verhältniss der Knochen zu den Weichtheilen des Körpers bei Neugeborenen im Durchschnitt dasselbe ist, wie bei Erwachsenen. Die Verhältnisse der Weichtheile untereinander ändern sich demnach beim Erwachsenen sehr bedeutend, indem die Muskeln bis zur vollständigen Entwickelung fast das doppelte Verhältnissgewicht erlangen, während die Eingeweide zurückbleiben und im Verhältniss um $^3/_5$ abzunehmen scheinen. Diese Thatsache ist für das Verständniss der Ernährung nicht ohne Bedeutung. Aus Tabelle 4 darf vorausgesetzt werden, dass auch mit Zuziehung der Haut und des Blutes das Verhältniss der Weichtheile zu den Knochen ein gleichbleibendes ist, und dass also sämmtliche Weichtheile beim Heranwachsen des Menschen ihre Verhältnisse untereinander verschieben, während ihr relatives Gesammtgewicht gegenüber dem des Knochensystems sich nicht ändert.

Eine Vergleichung der Verhältnissgewichte einiger der bedeutenderen Eingeweide in Procenten des Körpergewichtes ist besonders mit Beziehung auf die der Neugeborenen von Interesse.

Der folgenden Zusammenstellung reihe ich eine Bestimmung der mittleren Verhältnissgewichte von 36 männlichen und 8 weiblichen Leichen erwachsener Personen an, welche Prof. Dr. Blosfeld in Kasan aus 200 gerichtlich secirten Leichen als die geeignetsten heraussuchte. Die Lungen wurden dort von der Luftröhre getrennt und jede einzeln gewogen (Henke's Zeitschrift für Staatsarzneikunde 1864. Heft 3. S. 1.)

Die Fälle sind nach dem Körpergewichte geordnet:

Tabelle 7.	B.	I.	A.	II.	III.	V.	IV.	VI.	Normalgewichte der Männer.	Weiber.
Körpergewicht in Kgr.	76·5	69·7	55·7	55·4	35·5	3·0	2·3	0·5	60·7	52·6
Alle Eingew. Pct.	13·1	10·0	15·5	12·2	—	32·3	30·1	34·4	—	—
Gehirn Pct.	2·0	1·9	2·7	2·1	3·9	12·3	16·5	18·5	2·22	2·27
Leber mit Galle „	2·9	2·3	3·1	2·3	3·6	4·4	5·1	5·8	2·66	2·98
Lungen mit Luftr. u. K.	2·2	0·8	2·7	1·2	2·0	2·5	2·0	2·1	2·85	1·95
Herz „	0·6	0·4	0·8	0·6	—	0·7	—	—	0·57	0·64
Milz „	0·5	0·2	0·2	0·2	0·4	0·5	0·5	0·2	0·27	0·36
Pankreas „	0·2	0·1	0·1	0·2	0·2	0·1	0·2	0·1	—	—
Nieren „	—	0·4	—	0·4	0·7	0·7	0·9	1·0	0·50	0·53

Im Einzelnen bemerkt man unter I, dass die grösseren Eingeweide des Enthaupteten und auch das Herz verhältnissmässig leichter sind als bei den übrigen Männern, was höchst wahrscheinlich damit zusammenhängt, dass der Körper ausgeblutet hatte. Ganz auffallend ist dies bei den Lungen, welche bei den Erhängten 2·0—2·7 Procent des Körpergewichtes ausmachen, bei dem Enthaupteten nur 0·8 Procent. Der Unterschied von 0·5 Procent zwischen den Lungen der beiden Neugeborenen scheint demnach nicht ohne Beziehung dazu zu stehen, dass V geathmet hatte, IV nicht. Bei den Neugeborenen fällt die Grösse des Gehirngewichtes auf. Das Gehirn macht bei Neugeborenen im Mittel fast genau die Hälfte des Gewichtes aller Eingeweide aus, bei den Erwachsenen im Mittel etwas über ein Sechstheil. Die Leber kommt bei den Erwachsenen dem Gehirn nahe und ist noch etwas schwerer, bei den Neugeborenen hat sie nur etwa $^1/_3$ des Gehirngewichtes, ist aber immer noch nahezu doppelt so gross wie bei dem Erwachsenen. Bei Lungen, Herz und Pankreas zeigt sich im Ganzen kein Unterschied zwischen Erwachsenen und Neugeborenen; die Milz verhält sich unregelmässig. Die Nieren sind bei Neugeborenen ebenfalls wie die Leber grösser als bei Erwachsenen. Die Nebennieren, deren relatives Gewicht so klein ist, dass es sich in die obigen Reihen nicht einfügt, hatten unter den Bestimmungen von E. Bischoff bei den Neugeborenen nahezu dieselbe absolute Grösse wie bei den Erwachsenen, wodurch ihr Verhältnissgewicht bedeutend viel grösser wird. Dieses ist bei den Erwachsenen im Durchschnitt 0·017

Procent, bei den Neugeborenen 0·31 Procent, also bei diesen fast 20mal so gross. Ein solches Verhältniss scheint anzudeuten, dass die Function der Nebennieren wesentlich für das Fötalleben und die ersten Lebensjahre von Bedeutung ist.

Aus den Normalgewichten Dr. Blosfeld's ergiebt sich, dass die relativen Gewichte der hier betrachteten Organe beim männlichen und weiblichen Geschlechte sich nicht unterscheiden, was wir auch für die grösseren organischen Systeme in Tab. 5 gefunden haben.

E. Bischoff stellte die absoluten Gewichte einiger Eingeweide zusammen und vermuthete daraus, dass Leber, Milz, Pankreas und Nieren sich ähnlich verhalten, wie das Gehirn, welches an Gewichtsveränderungen des übrigen Körpers nicht Theil nimmt, so lange es nicht selbst einer Krankheit verfällt.

Es lassen sich drei Fälle mit Bezug auf das Gehirn unterscheiden; erstens, dass das Gehirn an krankhaften Gewichtsveränderungen des Körpers nicht Theil nimmt, so lange es nicht selbst krank ist; dann, dass es bei allen vollständig entwickelten Menschen, gross oder klein, schwer oder leicht, von allen Organen die geringsten und überhaupt sehr kleine Abweichungen von seinem mittleren Gewichte zeigt, also von ziemlich gleichförmiger Grösse ist, und endlich für das Entwickelungsalter, dass das Gehirn, von Anfang an das relativ grösste Organ, mit dem Wachsthum des Körpers sich langsamer entwickelt, als alle übrigen Organe.

Der erste Fall, welchen wir als feststehend annehmen wollen, liegt hier ausser Frage, weil wir lauter normale Körper vor uns haben. Wenn der zweite und dritte Fall allgemeine Geltung haben, müssen die relativen Gehirngewichte jedesmal bei geringeren Körpergewichten deutlich grösser erscheinen und diese Zunahme muss im Entwickelungsalter um so bedeutender auftreten, je mehr sich das Alter absteigend der Periode des raschesten Wachsthums nähert.

Wir haben in unserer Reihe 4 erwachsene Personen, einen sechszehnjährigen Menschen nahe der Vollendung seiner Entwickelung, 2 Neugeborene und 1 Frühgeburt. Nehmen wir aus den Fällen deren Körpergewichte einander nahe liegen die

Mittel, so erhalten wir, von schwereren zu leichteren Gewichten übergehend, folgende Reihe der relativen Gewichte:

Tabelle 8.	B u. I. Mittel	A u. II. Mittel	III.	V.	IV.	VI.
Körpergewicht Kgr.	73·1	55·6	35·5	3·0	2·3	0·5
Absolutes Gehirngewicht Grm.	1466·0	1404·0	1406·0	365·0	380·0	92·6
Relatives Gehirngewicht Pct.	2·0	2·4	3·9	12·3	16·5	18·5
Relatives Lebergewicht Pct.	2·6	2·7	3·4	4·4	5·1	5·8

Es ist eine mit dem abnehmenden Körpergewichte zunehmende Reihe, die von den Erwachsenen auf den 16 jährigen etwas stärker steigt, dann bis zu den Neugeborenen einen noch grösseren Sprung macht und sich unter den letzteren entsprechend ihren Gewichtsunterschieden fortsetzt. Die relativen Gehirngewichte stimmen also vollkommen mit den Voraussetzungen der beiden aufgestellten Fälle überein. Die von E. Bischoff für die Eingeweide angenommene Vermuthung, dass sie sich ähnlich verhalten wie das Gehirn, erscheint in unseren Fällen mit Bezug auf die Leber ebenfalls begründet, wenn auch in engeren Grenzen wie bei dem Gehirn und mit weniger ausgeprägtem Uebergang zu den Neugeborenen, entsprechend dem geringeren relativen Anfangsgewichte ihrer Leber.

Unter der Voraussetzung, welche wir für den ersten der drei aufgestellten Fälle angenommen haben, finden wir eine weitere Bestätigung für das hier beobachtete Verhalten des Gehirns in einer Arbeit von Dr. Dieberg, Stadtarzt in Kasan, welche er gleichzeitig mit Dr. Blosfeld machte, und für welche er 100 der auch von diesem benützten Fälle bearbeitete. (Das Gewicht des Körpers und seiner einzelnen Organe, aufgenommen in 100 gerichtlichen Sectionen, Casper's Vierteljahrsschrift für gerichtl. und öffentliche Medizin, 1864, Heft 1, S. 127). Zur Bestimmung des Gehirngewichtes wählte er sich 55 Fälle unter den Männern aus, indem er alle hyperämischen und andere weniger geeignete Gehirne ausschloss. Ich ordnete diese Fälle nach dem Körpergewichte, indem ich in Stufen von

10 zu 10 Kilogramm von den betreffenden Fällen jedesmal das Mittel nahm: Die Erwachsenen standen im Alter von 70 — 17 Jahren, die beiden Extreme sind aber nur durch je einen Fall vertreten. Die Kinder waren zwischen 15 und 7 Jahren, den letzten Fall von 7 Jahren nahm ich noch aus den weiblichen Fällen hinzu.

Tabelle 9.

Gewichtsstufe, Kgr.	70 u. mehr	69—60	59—50	49—40	39—30	29—20	19—10
Zahl der Fälle	8	17	22	4	2	2	1
Alter, Jahre	65—40	65—22	70—17	60—37	14 u. 14	15 u. 10	7
Mittl. Grössen, Met.	1·73	1·67	1·64	1·63	1·46	1·33	1·02
Mtl. Körpergw., Kgr.	76·9	65·5	54·0	46·4	35·4	27·2	15·0
Relat. Gehirngew. Pct. [1])	1·75	2·05	2·44	2·81	3·65	4·24	7·92

Unsere obige Tabelle fügt sich genau in diese grössere ein und vervollständigt sie durch die hier fehlenden Gewichte der Neugeborenen. Auch hier tritt die råschere Zunahme von Erwachsenen zu den in der Entwicklung Begriffenen deutlich hervor.

Es ist bemerkenswerth, dass der Einfluss der Grösse neben dem des Gewichtes nur untergeordnet erscheint.

Um das Verhalten einiger anderen Organe zu prüfen, liess ich aus der obigen Zahl alle Fälle aus, welche durch Krankheit abnorm veränderte Organe hatten — in der Gegend von Kasan herrscht das Wechselfieber — und erhielt folgende Resultate:

Tabelle 10.

Gewichtsstufe	70 u. mehr	69—60	59—50	49—40	39—30	29—20	19—10
Zahl der Fälle	6	13	18 [2])	4	2	1	1
Herz	0·55	0·58	0·63	0·57	0·58	0·59	0·50
Leber	2·50	2·76	3·06	3·20	2·96	3·98	3·63
Milz	0·28	0·41	0·41	0·44	0·65	0·41	0·24
Nieren	0·40	0·42	0·55	0·67	0·73	0·58	0·60

1) Die Mittel der wirklichen Gehirngewichte sind in obiger Reihenfolge in Grammen: 1347. 1354. 1313. 1298. 1296. 1216. 1074.

2) Für Leber, Nieren, Milz konnten nur 16 Fälle dieser Altersstufe benutzt werden.

Für das Verhältnissgewicht des Herzens findet man Werthe, welche sämmtlich um die durchschnittliche Grösse wenig schwanken, es verhält sich also nicht wie das Gehirngewicht, sondern wie das Körpergewicht.

Für die Leber und die Nieren finden sich Andeutungen eines ähnlichen Verhaltens wie das des Gehirngewichtes, aber nicht überall deutlich ausgeprägt und nicht regelmässig. Wenn diese Organe daher auch bei Erwachsenen in gewissen Grenzen eine Stabilität besitzen, so ist doch auf der anderen Seite ihre Veränderung im Sinne des Körpergewichtes, angedeutet durch die geringeren und nicht regelmässigen Schwankungen um ihr mittleres Verhältnissgewicht, in viel höherem Grade hervortretend wie bei dem Gehirn.

Die Milz verhielt sich unregelmässig.

Auch in Professor Blosfeld's ausgewählten Fällen bestätigt sich das Verhalten des Gehirnes wie in unserer Tabelle, sowie das der Leber und Nieren und der Milz, endlich das des Herzens.

Angenommen, dass die hervorgehobenen Verhältnisse sich bei normalen, gesunden Menschen immer wiederholen, würde daraus folgen mit Bezug auf das Gehirn, dass man berechtigt ist, wenigstens bei Erwachsenen den Maassstab einer mittleren absoluten Grösse anzulegen, wie es auch immer geschehen ist, da sich die relative Grösse des Gehirns mit dem Körpergewicht ändert. Mit Bezug auf das Herz liegt die Sache gerade umgekehrt, indem bei ihm der Parallelismus mit dem Körpergewichte bedeutend vorwaltet, so dass für das Herz der Maassstab des relativen Gewichtes der richtige sein wird. Mit Bezug auf die übrigen Organe ist offenbar ein mehr vom Körpergewicht abhängiges Verhalten als bei dem Gehirne vorhanden, wenn auch in geringerem Grade wie bei dem Herzen. Uebrigens gehören zur deutlichen Verfolgung beider Richtungen in der Entwickelung dieser Organe eine grössere Anzahl von Beobachtungen mit sorgfältiger Auswahl normaler Körper.

Es wird auch von Interesse sein, das Verhalten der absoluten Gewichte der Organe nach Dieberg kurz zu berühren.

Das Gehirn hatte ein mittleres Gewicht von 1332 Gramm und schwankte weniger als alle übrigen Organe, in runden Zahlen zwischen 900 und 1600 Gramm. Blosfeld fand in seinen ausgewählten Fällen die mittleren Gewichte von 1346 Gramm für Männer, und von 1195 Gramm für Frauen.

Die Gehirngewichte bei Krause (Handbuch der menschlichen Anatomie, Hannover 1841) sind grösser, für den Mann 1461 Gramm, für das Weib 1341 Gramm, allein die in Kasan untersuchten Körper gehörten nicht derselben Race an, wie die bei Krause, da die Bevölkerung dort aus Russen und Tartaren gemischt ist. Bei Dieberg ergiebt sich im Allgemeinen eine Zunahme des Gehirngewichts mit dem steigenden Körpergewichte, die aber bei Erwachsenen äusserst gering ist.

Das Herz zeigte bei Dieberg grössere Schwankungen, als das Gehirn, nahm aber ziemlich regelmässig mit dem Körpergewichte zu und auch mit dem Alter bis in das 30. Jahr, später schien das zunehmende Alter keinen regelmässigen Einfluss mehr zu haben. Das mittlere Gewicht des Herzens betrug bei Dieberg 367 Gramm, in Blosfeld's ausgewählten Fällen 346 Gramm für Männer, 310 Gramm für Frauen; bei Krause beim Manne 298 Gramm.

Das Gewicht der Lungen schwankte bedeutend, je nach der Füllung mit Blut, nahm aber im Allgemeinen bei gesunden Lungen stetig mit dem Körpergewichte zu. Mittleres Gewicht der rechten Lunge 648 Gramm, der linken Lunge 562 Gramm. Für beide Lungen in Blosfeld's ausgewählten Fällen, für Männer 1133, für Frauen 1065. Bei Krause für Männer r. L. 696, l. L. 631, für Frauen r. L. 551, l. L. 492.

Für die Leber liess sich, auch mit Ausschluss der krankhaft veränderten Lebern, kein regelmässiges Verhalten erkennen; jedoch nahm ihr Gewicht im Allgemeinen mit dem Körpergewichte zu. Mittl. Gew. bei Dieberg 1692, bei Blosfeld 1617 f. M., 1570 f. F., bei Krause im Mittel 1908.

Die Milz schwankte bei Dieberg unter allen Organen am Meisten und liess auch bei Abwesenheit von krankhaften Veränderungen keine Regelmässigkeit erkennen. Mittel bei Blosfeld f. M. 176, f. F. 187, bei Krause 254.

Das Gewicht der Nieren schwankte zwischen nicht zu weiten Grenzen, allein eine Regelmässigkeit liess sich nicht herausfinden. Mittel: r. N. 161, l. N. 162; bei Blosfeld f. M. r. N. 150, l. N. 161; f. Fr. r. N. 137 l. N. 141; bei Krause eine Niere 149.

Eine Vergleichung des Knochen- und Muskelsystems, das Gesammtgewicht eines Systems zu 100 gesetzt, ergiebt folgendes:

Tabelle 11.

Knochensystem	B.	I.	A.	II.	III.	V.	IV.	VI.
Kopf u. Rumpf	52·5	47·4	54·3	47·6	—	57·8	65·6	64·5
Arme	12·0	17·1	12·0	14·3	—	12·8	13·2	13·8
Beine	35·5	35·5	33·7	38·1	—	29·3	21·2	21·6
	100·0	100·0	100·0	100·0	—	99·9	100 0	99·9
Muskelsystem								
Kopf u. Rumpf	30·2	27·4	26·6	—	26·3	41·5	31·1	49·8
Arme	13·7	19 5	14·5	—	18·6	18·0	27·9	17 4
Beine	56·0	53 1	58·9	—	55·0	40·5	40·9	32·7
	99·9	100·0	100·0	—	99·9	100·0	99·9	99·9

Bei V u. VI sind die Knochen der unteren Extremitäten zusammen mit den Knochen der zu jeder Extremität gehörenden Beckenhälfte gewogen, und die Verhältnisszahlen der beiden Fälle sind also sowohl für die Beine als für Kopf und Rumpf mit den übrigen nicht vergleichbar. Bringt man aber den Unterschied beiläufig in Rechnung, so scheinen die Verhältnisse von V fast genau gleich den Verhältnissen von IV zu sein, bei VI würde Kopf und Rumpf mehr vorwiegen als bei IV u. V.

Bei den Erwachsenen beträgt das Gewicht der Knochen des Kopfes und Rumpfes zusammen etwa die Hälfte des ganzen Skeletes; bei dem Neugeborenen (IV) beträgt es etwa zwei Drittheile, weil der Schädel, entsprechend dem grossen Gehirne, bedeutend stärker entwickelt ist. Seine Verhältnisszahl ist bei E. Bischoff 10—11 Procent des Skeletes für Erwachsene, 28—30 Procent für die Neugeborenen, und 38 Procent für die Frühgeburt. Die Knochen der Arme zeigen bei Neu-

geborenen ein ähnliches Verhältniss wie bei Erwachsenen, dagegen bleiben die Knochen der Beine im Verhältnissgewichte zurück.

In dem Muskelsystem überwiegen bei Erwachsenen die Muskeln der unteren Extremitäten, indem sie mehr als die Hälfte aller Muskeln betragen und ihre Verhältnisszahl zeigt die geringsten Abweichungen vom Mittel. Die Muskeln des Rumpfes und Kopfes sind im Vergleich mit den dazu gehörigen Knochen schwächer, die der Arme etwas stärker entwickelt, als dem Verhältniss der Knochen entspricht. Bei den Neugeborenen ist die Entwickelung der Muskeln des Kopfes und Rumpfes verhältnissmässig bedeutend stärker, als bei Erwachsenen, entsprechend der bedeutend stärkeren Entwicklung der Schädelknochen und dem verhältnissmässig grösseren Gewichte des Kopfes. Auch die Muskeln der Arme zeigen höhere Verhältnisszahlen als beim Erwachsenen, dagegen treten die Muskeln der Beine im Verhältniss zurück.

Zwischen IV und V finden sich bei den Muskeln des Kopfes und Rumpfes sowie bei denen der Arme grosse Unterschiede, deren Verständniss aus den übrigen bekannten Thatsachen nicht gewonnen werden konnte. In der Körperbildung überhaupt unterschieden sich die beiden Fälle darin, dass IV sehr mager, V sehr fett war.

Ueber die relativen Gewichtsunterschiede der rechts- und linksseitigen Glieder giebt die unten folgende Tabelle Aufschluss, welche die Procentgewichte der Knochen und Muskeln der einzelnen Extremitäten enthält, das ganze System jedesmal zu 100 gesetzt.

Wenn wir die Unterschiede von ± 0·1 Procent vernachlässigen, was unbedenklich geschehen kann, da kleinere Muskelgruppen an den Extremitäten abwechselnd noch grössere Unterschiede zeigen, so ergiebt sich, dass bei den Männern die rechten Arme in Knochen und Muskeln in drei Fällen schwerer waren als die linken, in einem (III) die Muskeln rechts leichter. Die Beine waren nur bei B rechterseits schwerer.

Bei der Frau zeigte sich in den Knochen der beiden Extremitäten kein Unterschied.

Arme, Knochen.	B.	I.	A.	II.	III.	V.	IV.	VI.
rechter Arm Pct.	6·3	8·8	6·2	7·2	.	6·5	6·4	6·9
linker Arm	5·6	8·3	5·8	7·2	.	6·7	6·4	6·9
Unterschied r. — l.	+0·7	+0·5	+0·4	0·0	.	—0·2	0·0	0·0
Arme, Muskeln								
rechter Arm	7·2	10·3	7·5	.	9·2	13·5	9·0	8·7
linker Arm	6·7	9·2	7·0	.	9·4	14·4	9·0	8·7
Unterschied r. — l.	+0·7	+1·1	+0·5	.	—0·4	—0·9	0·0	0·0
Beine, Knochen								
rechtes Bein	18·0	17·7	.	19·0	.	10·9	14·7	10·3
linkes Bein	17·6	17·8	.	19·0	.	10·3	14·6	11·3
Unterschied r. — l.	+0·4	0·0	.	0·0	.	+0·6	0·0	—1·0
Beine, Muskeln								
rechtes Bein	28·4	26·6	.	.	28·3	20·4	20·0	16·1
linkes Bein	27·6	26·5	.	.	26·7	20·4	20·0	16·6
Untersch. r. — l.	+0·8	0·0	.	.	+0·6	0·0	—0·5	—0·5

Unter den Neugeborenen zeigte V einen schwereren linken Arm in Knochen und Muskeln, bei IV und VI war Gleichheit in den oberen Extremitäten. Die Beine sind bei VI in Muskeln und Knochen schwerer links als rechts, bei IV nur in den Muskeln schwerer und ebenfalls links, und bei V nur in den Knochen, rechts. Während also bei den Erwachsenen meist die rechte Seite schwerer ist, so überwiegt bei den Neugeborenen in unseren Fällen, da wo keine Gleichheit besteht, die linke Seite. Dies könnte zufällig sein und vielleicht mit der Lage des Kindes im Uterus zusammenhängen.

Ueber die Entwickelung des Eierstockes des Pferdes.

Von

L. Born,

Oberrossarzt und Inspicient an der Militairrossarztschule.

Hierzu Tafel II. III. u. IV.

Bei den Untersuchungen, die von Seite der descriptiven Anatomie, der Entwickelungsgeschichte und Physiologie über die Lehre der Ovarien angestellt sind, hat fortdauernd die vergleichende Betrachtung dieses Organes bei den verschiedenen Thierklassen eine wichtige Rolle gespielt. Ein Blick in das werthvolle Werk von Waldeyer[1]), der sich ein hervorragendes Verdienst um diesen speciellen Theil der Entwickelungsgeschichte erworben hat, lehrt, dass zur Erkenntniss der vorliegenden Verhältnisse ausgedehnte Untersuchungen an fast allen uns verfügbaren Thieren angestellt sind. Abgesehen von den gewöhnlichen Versuchsthieren, sind auch Kühe, Schafe, Schweine und sogar Fische und Evertebraten in den Kreis der Betrachtung gezogen worden.

Es muss aber befremden, dass in keiner der bezüglichen Arbeiten des Pferdeeierstockes gedacht worden ist. Dieser Umstand mag seine Erklärung finden, einmal in der Schwierigkeit, die sich der Beschaffung des Materials entgegenstellt, die trotz eines grossen Aufwandes von Geduld, Zeit und Mühe dennoch häufig fehlschlägt, dann in der Schwierigkeit, welche

1) Eierstock und Ei, Leipzig 1870.

die Untersuchung dieser beim Pferde ganz eigenthümlichen Verhältnisse selbst mit sich bringt.

Unter den thierärztlichen Anatomen hat Ludwig Franck[1]) (S. 669 ff.) des Unterschiedes des Eierstockes des Pferdes von dem der übrigen Hausthiere zuerst und besonders Erwähnung gethan. Franck führt die eigenthümlichen Verhältnisse in der Einrichtung des Eierstockes des Pferdes im Allgemeinen auf gewisse Vorgänge am Bauchfelle zurück.

Leisering[2]) (S. 516 ff.) weist die von Franck gegebene Erklärung als nicht zutreffend zurück, ist aber wegen Mangels an Präparaten nicht im Stande, die Entstehung der Eigenthümlichkeit anzugeben.

Diese beiden zuletzt genannten Autoren haben das abweichende Verhältniss der Einrichtung des Pferdeeierstockes zuerst zur Sprache gebracht und dadurch zugleich die Anregung zu der nachstehenden Arbeit gegeben.

Um von vornherein den Schwerpunkt der folgenden Abhandlung anzudeuten, erwähne ich kurz die Abweichungen in der Einrichtung des Pferdeovarium im Vergleich zu der der übrigen Thiere.

Während bei allen Hausthieren das Ovarium m. o. w. die Gestalt einer Bohne hat, an derem Hilus die Gefässe ein- und austreten, die Befestigung durch das Ligamentum latum stattfindet und die Ovula auf der ganzen convexen Fläche des Eierstockes austreten, verhält es sich beim ausgewachsenen Ovarium des Pferdes in manchen Stücken gerade umgekehrt. Dasselbe erscheint umgekehrt bohnenförmig, so dass das Ligamentum latum am convexen Rande sich befestigt, an dem auch die Gefässe ein- und austreten. Fast die ganze Oberfläche des Eierstockes ist mit einem dicken Ueberzuge der Serosa versehen. Die Ovula können nur aus einer kleinen, von Leisering (S. 516) zuerst beschriebenen Grube in der Nähe des gefranzten Randes nach aussen gelangen.

Bei den auf die Entwickelung dieser Verhältnisse gerich-

1) Handbuch der Anatomie der Hausthiere, Stuttgart 1871.

2) Gurlt's Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haussäugethiere. Neu bearbeitet von Leisering und Müller. Berlin 1873.

teten Untersuchungen stellt sich sehr bald heraus, dass die Ovarien der Pferdeembryonen nicht wesentliche Unterschiede von denen anderer Embryonen zeigen, dass vielmehr die eigenthümliche Entwickelung der Ovarien, besonders das Einschliessen derselben in den Peritonealüberzug extrauterin vor sich geht.

In Folge dessen scheint es zweckentsprechend, die Beschreibung fötaler Ovarien zu beschränken, dagegen die Eierstöcke des ersten Lebensjahres, in dem die eigenthümliche Entwickelung abläuft, ausführlicher zu behandeln.

In Nachstehendem wird zunächst die makroskopische Beschreibung der Gestalt und Einrichtung der Eierstöcke in den verschiedenen Entwickelungsperioden stattfinden. An diese werden sich dann die gedrängten mikroskopischen Untersuchungsresultate und endlich die aus beiden sich ergebende eigenthümliche Entwickelungsgeschichte des Pferdeovarium anschliessen.

No. 1. Ovarium eines etwa 10 Monate alten Pferdefötus (Fig. 1 und 2).

Das Ovarium ist von eiförmiger Gestalt, hat die Grösse eines ausgewachsenen Pferdeeierstockes (Längendurchmesser 6 Ctm., Querdurchmesser 56 Mm., Höhendurchmesser 34 Mm.) und ist am breiten Mutterbande (e) aufgehängt. Beide seitlich von diesem gelegenen Flächen sind convex, ebenso beide Ränder, der obere wie der untere freie. Das hintere Ende ist kuppelförmig gewölbt. An ihm befestigt sich das Ligamentum ovarii (d). Das vordere Ende ist mehr zugespitzt, und findet auf der Mitte desselben die Anheftung des gefranzten Randes (f) statt, von dem aus an der lateralen Seite der Oviduct in einer besonderen (Eileiter-) Falte (h) verläuft. Die mediale Fläche der Eileiterfalte ist der lateralen des Eierstockes zugekehrt, und von beiden wird die seichte Eierstockstasche gebildet.

Bei der Betrachtung der Oberfläche des Eierstockes fällt sehr stark in die Augen, dass der grössere Theil des Ovarium von den serösen Blättern (b) des Ligamentum latum (e) überzogen ist. In Folge dessen zeigt der Eierstock, wie alle von

intacten serösen Häuten bekleideten Gebilde, eine glatte, glänzende Oberfläche, durch die das Gewebe und die ein- und austretenden Gefässe desselben durchschimmern. Der freie untere Rand und ein grosser Theil der Seitenflächen des Ovarium wird von einer sammetartigen weissen Platte[1]) (Keimplatte) (a) bedeckt. Diese ist von eiförmiger Gestalt, hat eine Längenausdehnung von 5 Ctm. und eine Breite von 33 Mm.

Die Grenze zwischen beiderlei Ueberzügen ist ziemlich scharf, jedoch etwas hin- und hergezogen, leicht aufgewulstet und springt daher etwas hervor.

Die Keimplatte prominirt schwach und ist an ihrer Oberfläche mit kleinen Grübchen versehen, die gegen den Rand zu grösser werden.

Aus dem Querschnitte (Fig. 2) geht hervor, dass die Hauptmasse des Ovarium aus einem gallertartigen, weichen, tief braunen Gewebe (Keimlager) besteht, das über die Schnittfläche hervorspringt. Dieses braune Stroma durchziehen weissliche, vom oberen Rande ausgehende Streifen und Blutgefässe.

An den Seitenflächen des Eierstockes wird das Keimlager (c) von dem sehr dünnen serösen Ueberzuge (b) locker bekleidet; auf der freien Wölbung trägt es die schon erwähnte Keimplatte (a). Sie unterscheidet sich vom Keimlager sehr scharf durch die helle, weisse Farbe und die bedeutende Festigkeit.

Die Grenze zwischen Keimplatte und Keimlager ist glatt, ohne wesentliche Vorsprünge, die Verbindung eine innige.

Die Serosa scheint sich an die Keimplatte anzulegen.

No. 2. Ovarium eines 47 Stunden alten Fohlens (Fig. 3 und 4).

Das Ovarium des 47 Stunden alten Fohlens ist bedeutend kleiner (Länge 33 Mm., Querdurchmesser 16 Mm., Höhen-

---

1) S. die Anmerkung auf S. 146 dieser Arbeit und Franck, S. 674: „Der convexe Rand (des Eierstockes des neugeborenen Fohlens) ist frei und zeigt eine eiförmige, scharf umgrenzte weisse Stelle etc.“

durchmesser 19 Mm.), als das des beschriebenen 10 Monate alten Fötus. Der Eierstock hat durch Wölbung des vorderen Endes eine mehr bohnenförmige Gestalt angenommen. Der freie untere Rand hat sich gegenüber dem des fötalen Ovarium verkürzt. Demzufolge sind die Anheftungen des dicker gewordenen Ligamentum ovarii (d) sowohl, als des gefranzten Randes (f) näher aneinander gerückt. Die Eierstockstasche erscheint tiefer.

Die Oberfläche lässt, wie bei No. 1, deutlich erkennen, dass die Hauptmasse des Ovarium von der Serosa (b) überzogen ist, während die Keimplatte (a) den freien Rand und einen Theil der Seitenflächen des Eierstockes bekleidet. Die Keimplatte hat an Umfang bedeutend abgenommen (Länge 26 Mm., Breite 16 Mm.), so dass sie ungefähr $\frac{1}{3}$ der gesammten Ovarialoberfläche ausmacht. Während ihre Form dieselbe geblieben, zeigt die Oberfläche der Keimplatte tiefere Gruben. Der Rand erscheint weniger gewulstet, so dass an manchen Stellen die Erkennung des Randes der Keimplatte schwieriger ist. Bei Loupenvergrösserung tritt die Grenze der Keimplatte schärfer hervor und bemerkt man weisse, kleine, ungleiche Zacken, die in die Serosa vorspringen.

Am Querschnitt (Fig. 4) erkennt man zuerst und entsprechend der ganzen Volumenabnahme des Eierstockes, eine Verringerung des braunen Keimlagers (c), welches etwas fester und derber geworden ist.

Die Keimplatte (a) hat annähernd die Dicke wie bei No. 1 behalten; die äussere Fläche derselben prominirt schwach, am stärksten in der Mitte. Die innere Fläche der Keimplatte zeigt bei geringer Vergrösserung etliche helle, feine Ausläufer und einige bis zu 3 Mm. lange, m. o. w. gerade, ebenso beschaffene Fortsätze, die in das Stroma des Eierstockes ziehen. Das Keimlager füllt die so entstandenen Erhabenheiten und Vertiefungen aus.

Der seröse Ueberzug (b) hat eine verschiedene Dicke. Von ihm gehen Fortsätze in das Keimlager hinein.

No. 3. Ovarium eines 33 Tage alten Fohlens (Fig. 5 und 6).

Der Eierstock des 33 Tage alten Fohlens zeigt eine bedeutend veränderte Form. Er erscheint walzenförmig. Das vordere Ende, an welchem sich der gefranzte Rand (f), ebenso wie das hintere Ende, an dem sich das Ligamentum ovarii (d) anheften, sind spitzer geworden. Dementsprechend beträgt die Länge des Ovarium 36 Mm., die Höhe 17 Mm., die Dicke 15 Mm.

Der untere, gewölbte Rand hat sich zu einer Fläche verbreitert, die von der Keimplatte (a) eingenommen wird. In der Mitte erscheint dieselbe noch etwas gewölbt, hat aber, wenn auch schmäler geworden, im Ganzen die elliptische Form beibehalten. Die Länge der Keimplatte beträgt 28 Mm., die grösste Breite derselben 15 Mm.

Die Oberfläche der Keimplatte selbst ist sehr viel fester und dichter, als an den bereits beschriebenen Präparaten. An Farbe erscheint die Keimplatte heller, mehr weisslich. Die Grübchen sind näher aneinander gerückt und nur noch bei genauer Untersuchung als solche zu erkennen. Ebenfalls schwieriger zu erkennen ist auch der Rand der Platte, da er nicht gewulstet erscheint. Die Serosa (b) dagegen zeigt einige kleine Falten, die nach der Keimplatte ziehen.

Der Querschnitt (Fig. 6) erscheint in Folge der eigenthümlichen Umwandlung der Form des Ovarium dreieckig. Der dem Ligamentum latum (e) zuliegende Winkel ist spitz. Der gegenüberliegende frühere convexe Rand bildet mehr eine gerade Linie.

Die Hauptmasse des Eierstockes besteht aus dem mehr rothbraun gewordenen Keimlager (c). In ihm bemerkt man verschieden geformte, hellere Züge und querdurchschnittene Blutgefässe.

Lateral und medial wird das Keimlager von der Serosa (b) umschlossen. Einige feine Streifen gehen von dem serösen Ueberzuge in das Keimlager hinein. Die Serosa selbst hat eine ungleichmässige Dicke (bis zu 2 Mm.), ein blätteriges, loses Gefüge und ist mit Blutgefässen durchsetzt.

Die Grenze zwischen Keimlager und Serosa ist scharf markirt.

Den zu einer Fläche umgestalteten freien Rand des Eierstockes bildet die Keimplatte (a). Dieselbe hat an Dicke bis zu 3 Mm. zugenommen.

Die äussere Grenze der Keimplatte ist glatt und schwach gewölbt. Die innere Fläche hingegen erscheint unregelmässig, mit kleineren und grösseren welligen und zackigen Erhabenheiten, sowie mit strichförmigen Bündeln von Fortsätzen versehen. Die angrenzende Schicht des Keimlagers zeigt in Folge dessen eine unregelmässige feine Streifung. In der Substanz der Keimplatte selbst treten weissliche, zarte Streifen hervor, die entweder in ihr selbst enden oder, sich dem Centrum des Ovarium zuneigend, in das Keimlager hineinziehen.

Die Grenze der Keimplatte gegen die Serosa an den seitlichen Rändern, beziehungsweise Winkeln des Eierstockes, markirt sich durch die feste, derbe Beschaffenheit der Keimplatte einerseits und die lose mehr lockere Beschaffenheit der übrigen Umkleidung des Eierstockes andererseits.

No. 4. Ovarium eines 51 Tage alten Fohlens (Fig. 7 und 8).

Das Ovarium hat eine kahnförmige Gestalt in der Weise, dass der am Ligamentum latum (e) angeheftete obere Rand convex, der freie Rand dagegen zu einer schwach concaven Fläche umgewandelt ist. Die beiden breiter erscheinenden Enden mit dem an ihnen befestigten Ligamentum ovarii (d) und dem gefranzten Rande (f) haben sich über den concaven Rand erhoben. Während die Länge des Eierstockes (35 Mm) annähernd der vom Präparat No. 3 entspricht, hat die Breite (19 Mm.) zugenommen, die Höhe (14 Mm.) abgenommen.

An der Oberfläche des Eierstockes kann man noch immer Keimplatte (a) und Serosa (b) deutlich unterscheiden. Erstere hat im Ganzen noch die elliptische Form. Die Platte prominirt nicht, sondern scheint in den Eierstock hineingezogen. Ihre Beschaffenheit ist dieselbe, wie oben angegeben, sammetartig, weiss. Der Längendurchmesser der Keimplatte ist ge-

ringer (23 Mm.), als der an dem Ovarium des 33 Tage alten Fohlens; die Breite derselben beträgt 19 Mm. Die Keimplatte reicht in Folge der Einbiegung des Eierstockes nicht aus, den ganzen freien Rand des letzteren zu bedecken, und es macht den Eindruck, als ob sie durch ihre Verkürzung die beiden Enden des Eierstockes und mit ihnen das Ligamentum ovarii und den gefranzten Rand nach unten gezogen hätte. Diese Anschauung wird noch durch den Befund unterstützt, dass die Serosa, besonders am Rande der medialen Fläche des Eierstockes, in Fältchen gelegt ist, welche dem Centrum der Keimplatte zustreben.

Die Form des Querschnittes (Fig. 8) ist eine mehr herzförmige.

Der Umfang des Keimlagers (c), das auch hier noch die Hauptmasse bildet, hat in der Querrichtung des Eierstockes zugenommen, während die Höhe desselben verringert ist.

Die seitlichen, hellen Contouren der Serosa (b) umziehen kreisförmig das Keimlager, indem sie kleinere und grössere Fortsätze, die im Ganzen scharf hervortreten, in das letztere hineinsenden. Die Serosa erscheint glatt, gleichmässiger und fester, als bei dem vorerwähnten Ovarium.

Die freie untere Fläche der Keimplatte (a) ist schwach concav; die innere Fläche wölbt sich, entsprechend der Concavität, nach dem Keimlager. Die innere Fläche der Keimplatte ist ferner mit hellen schmalen Streifen besetzt, die eine verschiedene Länge erkennen lassen. Die Streifen senken sich in das Keimlager und geben dem Eierstocke ein deutlich gestricheltes Ansehen. Auch gröbere Erhöhungen und Vertiefungen von strichförmigen Büscheln sind bemerkbar.

Die Keimplatte selbst ist stärker geworden. Sie misst in der grössten Dicke über 3 Mm. Die Strichelung in ihrer Substanz ist ebenfalls und noch deutlicher vorhanden, als bei No. 3.

Die Grenze der Keimplatte gegen die Serosa bleibt, wie bei dem Eierstocke des 33 Tage alten Fohlens, scharf markirt.

No 5. Ovarium eines 62 Tage alten Fohlens (Fig. 9 und 10).

Das Ovarium erscheint kleiner (Länge 33 Mm., Breite 17 Mm.), besonders hat die Höhe (12 Mm.) abgenommen.

Dem entsprechend ist die Form des Ovarium durch Depression des freien Randes noch ausgeprägter kahnförmig geworden. Das Ligamentum ovarii (d) und die Fimbrien (f) haben sich einander mehr genähert. Während die Seitenflächen des Ovarium sehr gerundet erscheinen, ist die freie untere Fläche desselben stark concav. Die letztere wird eingenommen von der Keimplatte (a), deren Längendurchmesser nur noch 20 Mm. beträgt, während gleichzeitig der Breitendurchmesser auf 15 Mm. gesunken ist. Die Keimplatte zeigt die elliptische Form und die Oberfläche derselben ist noch sammetartig; letztere trägt viele kleine Wärzchen.

Der Rand der Keimplatte ist deutlich erkennbar. Die glänzende Serosa (b), die an diesen Rand stösst, ist stärker als bei Präparat No. 4 in Falten gelegt. Die Falten streben dem Contour der Keimplatte zu.

Auf dem herzförmigen Querschnitte (Fig. 10) bemerkt man eine Massenabnahme des Keimlagers (c). In dem Keimlager haben sich auffallend viele Gefässe und Bindegewebszüge entwickelt, so dass das braune Stroma des Keimlagers fast verdrängt ist.

Die durch die Serosa (b) gebildeten Ueberzüge zeigen im Vergleiche mit den beschriebenen Präparaten keine Verschiedenheit, weder hinsichtlich des Verhaltens gegen das Keimlager noch in sich selber.

Die äussere Oberfläche der Keimplatte (a) ist stark ausgehöhlt.

Die innere Fläche der Keimplatte wölbt sich, entsprechend der äusseren, in das Keimlager hinein. Die Wölbung hebt an den Rändern schwach an und nimmt in der Mitte stärker aber unregelmässig zu. Fast überall sieht man grössere, theils einzelne, theils büschelförmig zusammenstehende Fortsätze von weisser Farbe in das braune Keimlager ziehen, so dass eine

ziemlich unregelmässige, hell liniirte Zone an der Grenze zur Keimplatte, in dem braunen Stroma, entsteht.

Die Keimplatte hat an Dicke bis 4 Mm. zugenommen. Sie ist von derber, fester Beschaffenheit und hellgrauer Farbe. In dem mittleren Theile des Querschnittes der Keimplatte bemerkt man durch die ganze Dicke derselben verlaufende, schmale, helle Streifen, die in ihr selber enden oder bis in die gesprenkelte Zone gehen.

No. 6. Ovarium eines gegen 1 Jahr alten Fohlens (Fig. 11 und 12).

Das Ovarium des gegen 1 Jahr alten Fohlens ist im Allgemeinen grösser, als die bereits beschriebenen Eierstöcke. Eine Ausnahme hiervon macht nur der weibliche fötale Hoden (Fig. 1). Der Längendurchmesser beträgt 4 Ctm., der Querdurchmesser 24 Mm., der Höhendurchmesser 26 Mm.

Die Form des Ovarium nähert sich mehr der einer Kugel. Der am Ligamentum latum (e) angeheftete Rand und die Seitenflächen sind kugelig gewölbt. An Stelle der im vorigen Präparate beschriebenen elliptischen Einbiegung findet sich hier eine kleine, rundliche Grube (a) vor. Es hat somit eine concentrische Verkürzung der freien Fläche des Eierstockes stattgefunden, so dass das Ligamentum ovarii (d) und der gefranzte Rand (f) noch mehr einander genähert sind. Die mit der Serosa (b) bekleideten Seitenflächen ragen wulstartig über jene Vertiefung hervor. Das vordere und hintere Ende des Ovarium ist abgerundet, so dass man sie als Enden nicht mehr bezeichnen kann.

Die Eierstockstasche ist in Folge des Herunterrückens des gefranzten Randes viel tiefer geworden.

Die Keimplatte (a) erscheint als eine stark vertiefte, oblonge Fläche. Der Längendurchmesser ist auf 15 Mm., der Breitendurchmesser auf 11 Mm. reducirt. Die Oberfläche der Keimplatte ist noch sammetartig. Die Grenze gegen die Serosa tritt scharf hervor. Die Serosa ist ferner durch die Breitenzunahme des ganzen Ovarium und die wulstartige Erhebung der Seitenflächen über das Niveau der Keimplatte in starke Falten

gelegt. Die Falten streben immer dem Centrum der Keimplatte zu.

Ein Querschnitt (Fig. 12) lehrt Folgendes:

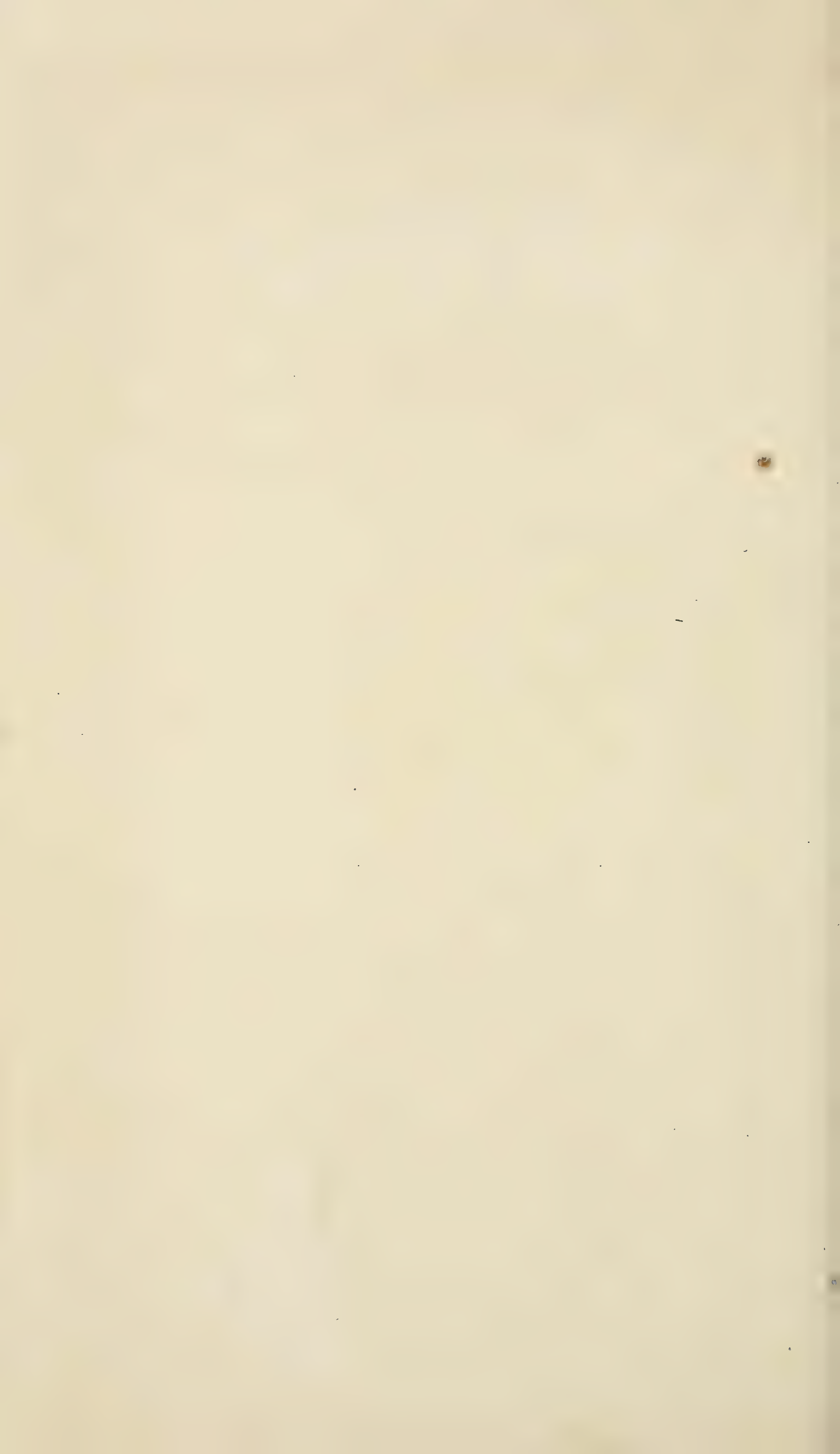
Das Keimlager (c) ist im Vergleich zu allen anderen Präparaten noch mehr verdrängt. Die Farbe desselben ist ganz hellbraun geworden. Gefässe sind in dem Keimlager nur sparsam vorhanden. In der Gegend des Ligamentum latum (e) hat das Keimlager noch die grösste Ausdehnung. An den Seitenflächen des Ovarium liegt ausserdem ein Rest des braunen Stroma in Form eines feinen Streifens, der sich immer mehr und mehr verjüngend, an der Grenze zwischen Keimplatte und Serosa verschwindet.

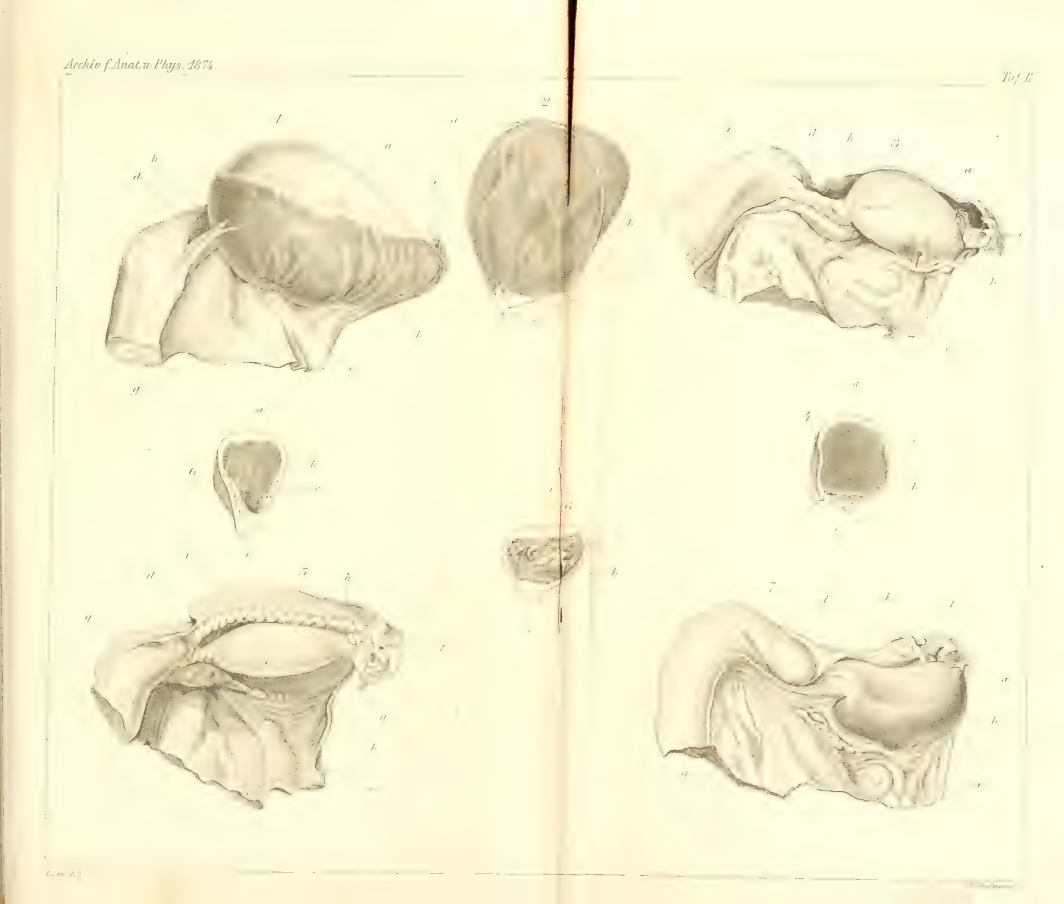
Die Seitenränder bieten keine Eigenthümlichkeiten im Vergleich zu denen der früher besprochenen Ovarien. Das Verhalten des serösen Ueberzuges ist dasselbe geblieben.

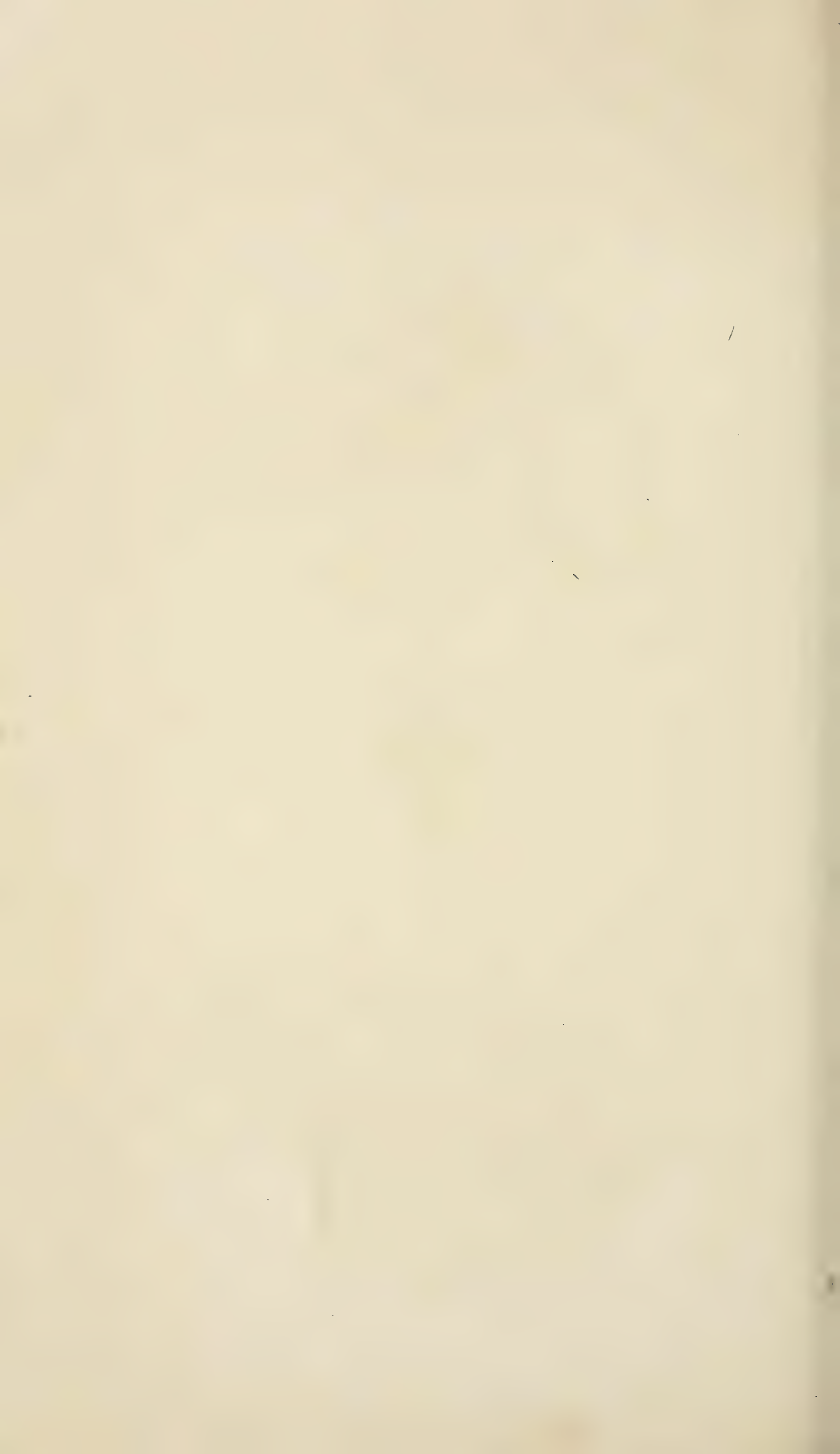
Sehr auffällig hat sich die Keimplatte (a) verändert; äusserlich ist dieselbe, wie bereits bemerkt, sehr viel kleiner geworden, als bei dem Präparate No. 5.

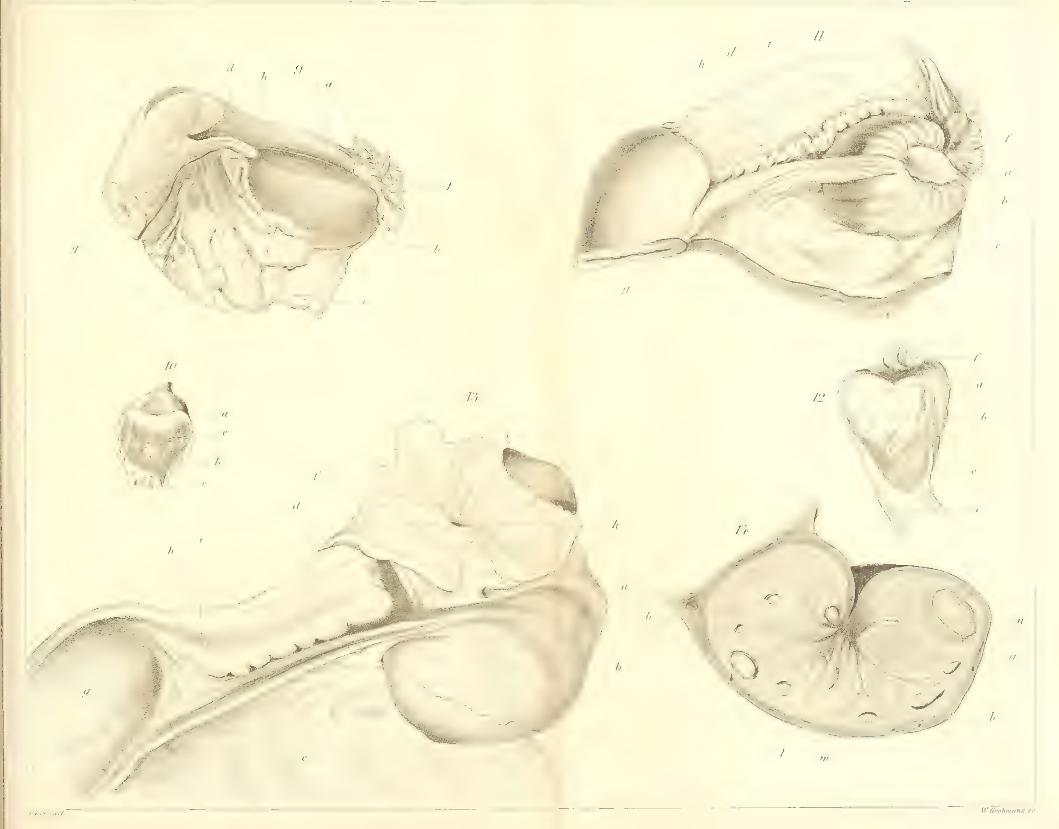
Von der äusseren Begrenzung der Keimplatte beginnt die Höhlung, die in ihrem mittleren Theile mehr trichterförmig abschliesst.

Gleichzeitig mit der bedeutenden Verkleinerung der Oberfläche der Keimplatte ist eine erhebliche Dickenzunahme derselben eingetreten. Die Keimplatte reicht nämlich 10—15 Mm. tief in das Keimlager hinein. Die Höhe des ganzen Eierstockes beträgt, wie schon angegeben, 26 Mm. Demnach ist ungefähr die Hälfte der ganzen Masse des Eierstockes zur Keimplatte geworden. Die Massenzunahme der Keimplatte wird noch ersichtlicher dadurch, dass der Querdurchmesser derselben innerhalb des Ovarium 19 Mm. beträgt, während der Oberflächendurchmesser 11 Mm. misst. Die Grenze zum Keimlager erscheint sehr viel unregelmässiger, als bei den vorigen Präparaten. Man bemerkt hier verästelte, verschieden gestaltete Einbuchtungen und 3—4 Mm. dicke Zapfen, sowie einzelne dünne, helle Züge, die aus der Keimplatte in das dunklere Stroma ziehen. Das Gefüge der Keimplatte ist sehr derb, mit einzelnen bis zu 1 Mm. dicken, gelblichen, geraden Strängen

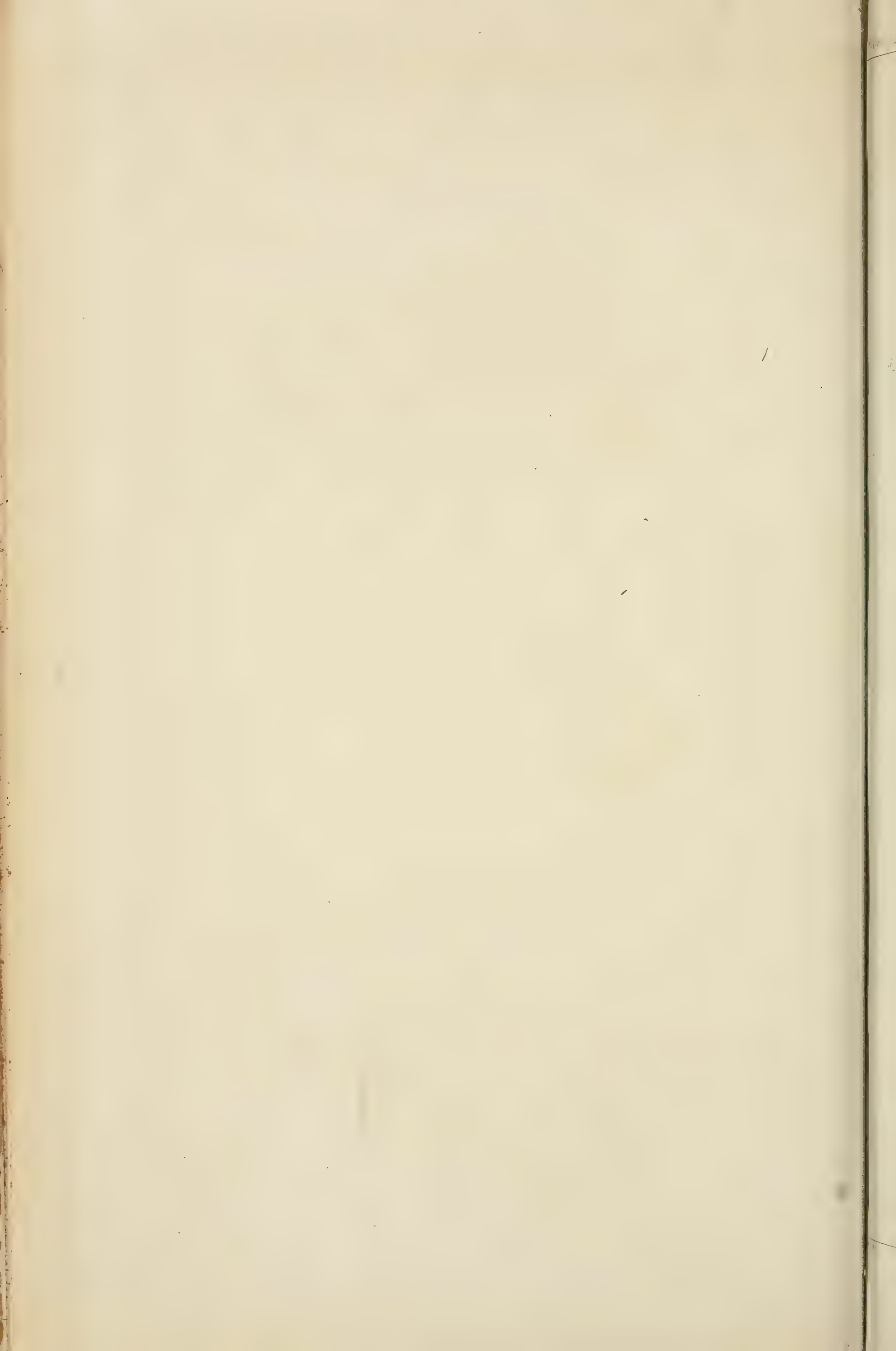


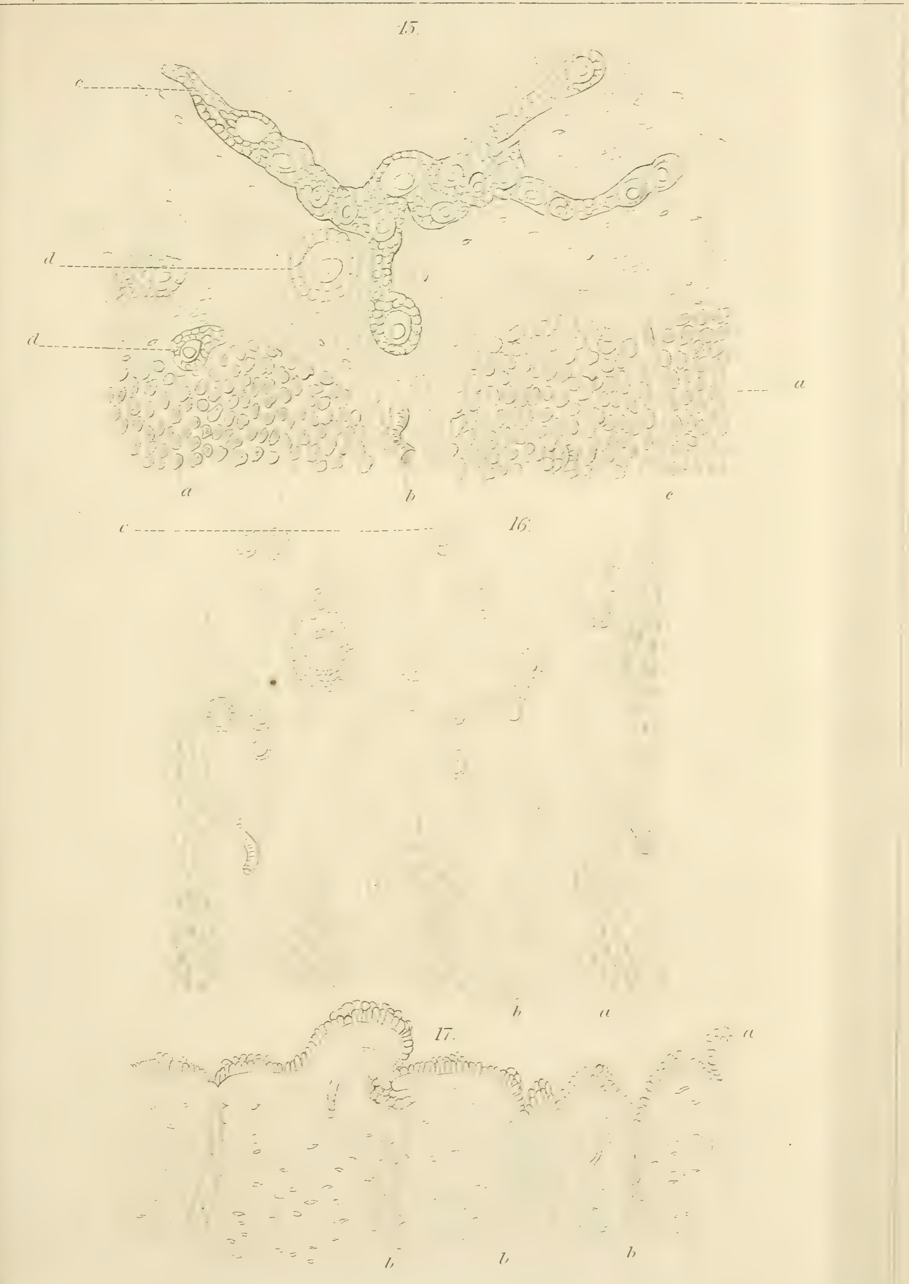






W. Grohmann sc.




15.
c
d
d
a
a
b
c
c
16.
b
a
17.
a
b
b
b



durchsetzt, sonst aber weisslich gefärbt. Die schon bei den früheren Präparaten erwähnte feine, radiäre Streifung in dem Plattenlager ist noch deutlicher geworden.

No. 7. Ovarium eines erwachsenen Pferdes (Fig. 13 und 14).

Um den Abschluss der Entwickelung zu zeigen, ist es nöthig, den Eierstock eines ausgewachsenen Pferdes zu beschreiben. Die Grössenverhältnisse des abgebildeten Eierstockes sind folgende: Die Länge beträgt 64 Mm., der Querdurchmesser 5 Ctm. und der Höhendurchmesser 3 Ctm.

Die Ovarien, mit den Eierstöcken des 47 Stunden alten Fohlens verglichen, zeigen eine umgekehrte, gedrungene Bohnenform. Am convexen Rande heftet sich das Ligamentum latum (e) an. Die früher beschriebene freie Fläche hat sich zu einer hilusförmigen, tiefen Einbuchtung zusammengezogen. Die Gefässe treten, abweichend von der Einrichtung der Eierstöcke anderer Thiere und auch anderer Drüsen, wie z. B. der Nieren, am convexen Rande ein und aus. Es haben sich die früher durch eine freie Fläche (die Keimplatte) getrennten beiden Enden des Ovarium einander genähert. So sind das Ende des Ligamentum ovarii (d) und der gefranzte Rand (f) ganz nahe aneinander gerückt. Die Eileiterfalte (h) ist beträchtlich höher, die Eierstockstasche bedeutend tiefer geworden. Die glatten und nicht narbigen serösen Ueberzüge (b) beider erwähnten Gebilde gehen sogar ineinander über. Die Hauptmasse des Ovarium, der angeheftete Rand und die Seitenflächen sind überall von der Serosa lose überzogen. Durch die Letztere schimmern die Gefässe hindurch. Von der früheren freien, mit der Keimplatte überzogenen Fläche ist nur eine kleine Grube (a) übrig, die ringsum von der Serosa umschlossen, kaum einer feinen Sonde den Eintritt gestattet. Zuweilen sind anstatt einer zwei, selten drei kleinere Gruben vorhanden.

Wie die eigenthümliche Bildung der Grube vor sich geht, erhellt leicht aus der Betrachtung der Figuren 1, 3, 5, 7, 9 und 11. Indem die Keimplatte sich an ihrer Oberfläche allge-

mein verkleinert und vertieft, wird sie vom Ovarium umwachsen. Schliesslich bleibt nur die erwähnte Grube übrig.

Die Bezeichnung dieser grubenartigen Vertiefung als Hilus möchte daher beim Pferdeovarium nicht zutreffend sein, sofern man darunter eine Grube zu verstehen pflegt, in welche Gefässe ein- und austreten.

Ein Querschnitt (Fig. 14) durch das Organ lehrt, dass von dem früheren, ursprünglich die Hauptmasse des Ovarium ausmachenden Keimlager Nichts mehr vorhanden ist. Die beiden vom Ligamentum latum überspringenden serösen Blätter (b) überziehen bis auf die erwähnte Grube ein vom Keimlager verschiedenes Gewebe (a). Von der mehrfach erwähnten Grube setzt sich ein dichter, derber, grau erscheinender Strang bis etwa in die Mitte des Eierstockes fort. Dieser Strang giebt von dort und während seines Verlaufes in das Ovarialstroma etliche Zweige ab, die nach der Peripherie streben und das Parenchym in mehrere bei verschiedenen Eierstöcken m. o. w. deutlich ausgebildete Abschnitte zerlegen. In den rundlich gestalteten Abtheilungen des Parenchyms befindet sich ebenfalls ein nach der Grube zu gerichtetes, feinstreifiges, glänzendes Gewebe. Dasselbe erscheint heller, als das Gewebe der besprochenen, groben Septa. — Die kleineren Graaf'schen Follikel (m) befinden sich meist in der Mitte, in der Nähe des centralen Stranges. Es hat, nach den Grössenverhältnissen zu urtheilen, den Anschein, als wenn die Follikel mit der Grössenzunahme immer weiter nach der Peripherie rückten. Die etwa erbsengrossen Graaf'schen Follikel (l) befinden sich nämlich in der Regel nahe der Oberfläche, während sich die grössten (n) dicht unter dem Ueberzuge des Ovarium hervorwölben und auch oft durch denselben sichtbar werden. Die Follikel stellen kugelige, über die Oberfläche hervortretende, gespannte Gebilde dar. Dicht an der Grube bemerkt man ebenfalls öfter einige querdurchschnittene Follikel von verschiedener Grösse. Durch das retrahirende Gewebe und die hervorspringenden, meist peripherisch gelegenen Gefässe, sowie uneröffnete Graaf'sche Follikel erscheint die Schnittfläche etwas uneben.

Eine Unterscheidung in eine Gefäss- und Parenchymschicht, zona vasculosa und zona parenchymatosa, wie sie an Eierstöcken anderer Thiere von Waldeyer (a. a. O.) gemacht wird, ist, wie die obigen Auseinandersetzungen lehren, beim Ovarium des Pferdes nicht zulässig.

Die von dem ligamentum latum auf das Ovarium abgehenden serösen Blätter überziehen den ganzen Eierstock bis auf die erwähnte Grube. Die Serosa ist kräftig entwickelt, lose, blätterig und mit starkwandigen Gefässen versehen. Gegen die Grube hin wird sie dünner und es fängt in der Gegend der Grube der mehrerwähnte, starke Strang an, welcher sich in den Eierstock einsenkt.

Die falschen gelben Körper streben nach der grubenartigen Vertiefung und haben eine in der Regel gestreckte, rundliche oder Flaschenform. Sie liegen gewöhnlich in den rundlich gestalteten Abtheilungen des Parenchyms.

Die frischen corpora lutea vera sind schwarzroth, ferner rundlich, m. o. w. fest und zuweilen so gross, dass sie mehr als die Hälfte des ganzen Ovarium einnehmen. Die gelben Körper drängen gewöhnlich den in das Ovarium eingesenkten Strang seitwärts und stossen, die oft sehr weit gewordene Grube berührend oder auch verschliessend, in der Regel an einen grösseren Theil des serösen Ueberzuges. Auch grössere falsche, etwa bohnengrosse gelbe Körper sitzen gewöhnlich unter der Serosa oder in der Nähe der Grube. Das häufig sehr brüchige, mürbe Ovarialstroma sieht durch den bei der Bildung eines wahren gelben Körpers regelrecht [1] [2] [3] [4] stattfindenden grösseren Bluterguss zuweilen wie zertrümmert aus.

1) A. Leyh, Handbuch der Anatomie der Hausthiere. Stuttgart 1859 S. 487: In die Höhle eines geborstenen Graaf'schen Bläschens erfolgt nach dem Austritt seines Inhaltes ein Erguss von Blut, das alsbald coagulirt.

2) Leisering sagt S. 518, dass bei Pferden immer ein Bluterguss stattzufinden scheine.

3) Coste, Pflüger und Kölliker läugnen das regelrechte Vorkommen eines stärkeren Blutergusses für die Thiere (s. Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen, Leipzig 1867, S. 558.)

4) S. auch Waldeyer S. 96. Anmerkung.

Das Keimlager besteht aus einem Gewebe, für welches Analoga nicht bekannt sind. Nur finde ich, wie auch schon Franck (a. a. O.) beiläufig erwähnt, im jungen Hoden des Pferdes ein mit dem Keimlager des Eierstockes übereinstimmendes Grundgewebe.

Das Keimlager (Fig. 15a) ist aus vollsaftigen, grossen, polygonalen, rundlichen oder ovalen Zellen von 0·008 — 0·018 Mm. Grösse zusammengesetzt. Dieselben zeigen, doch nur in frühester Entwickelungszeit des Ovarium, grosse Aehnlichkeit mit Leberzellen. Sie besitzen ein stark gekörntes Protoplasma. Die in dem Protoplasma gelegenen Körnchen sind gelb gefärbt. Dieselben verdecken, besonders in den ersten der beschriebenen Eierstöcke, den Kern der Zellen vollständig, während der Kern in den Pigmentzellen älterer Ovarien öfters sehr deutlich hervortritt. Der Kern liegt central, ist rundlich, erscheint meist dunkler als seine Umgebung und zeigt eine Grösse von 0·003 — 0·006 Mm. Zwischen den Zellen des Stroma des fötalen Ovarium befindet sich eine ziemlich stark entwickelte, durchsichtige Intercellularsubstanz, die entweder structurlos ist oder zarte, unregelmässige Streifungen erkennen lässt. Ausserdem wird die braune Parenchymzone von starkwandigen, meist korkzieherartig gewundenen Gefässen durchsetzt, deren bindegewebige Adventitia oft in die Intercellularsubstanz hinüberzieht. (Fig. 15 und 16b.)

Mit zunehmendem Alter verändern sich die braunen Zellen in der Weise, dass sie zunächst an Grösse zunehmen. So beträgt bei dem Präparate No. 2 die Grösse der Zellen 0·017 — 0·025 Mm., der Kern derselben durchschnittlich 0·008 Mm. Entgegengesetzt der Grössenzunahme der Pigmentzellen nimmt die Intercellularsubstanz ab, so dass die Zellen einander oft innig berühren. Ausserdem wird die Intercellularsubstanz ausgesprochen streifig, und es nimmt die Adventitia der Gefässe zwischen den Zellen, sowie die Zahl der Gefässe selbst bedeutend zu. Die Adventitia der Gefässe besteht zum grössten Theile aus Spindelzellen, die mit ovalen oder stäbchenförmigen Kernen versehen sind. Diese Zellen drängen sich in der Umgebung der Gefässe zwischen die Parenchymzellen, so dass

zwischen ihnen die angedeutete, streifige Gewebsmasse entsteht. In den so umschlossenen Parenchyminseln rücken diese grossen Zellen näher aneinander und behalten ihre Grösse, während die Bindegewebsscheide der Gefässe zunimmt. An der Grenze zwischen beiden sieht man die Parenchymzellen, anscheinend durch die Entwickelung des interstitiellen Bindegewebes, allmälig zu Grunde gehen. (Fig. 16 a). Ihr Zellkörper bildet grössere Körnchen und Kugeln, wird heller und blasser, der Kern dagegen dunkler. Die Dimensionen der Parenchymzellen nehmen ab, so dass in diesen Zonen nur kleine vereinzelte Pigmentzellen vorkommen, und selbst lose Kerne beobachtet werden. Schliesslich bleiben nur noch kleine Parenchymzellen oder die Ueberreste derselben, besonders Pigmentmolecüle, übrig.

Mit der schnellen Entwickelung und Zunahme der Gefässe bei sämmtlichen Präparaten und dem steten Wachsthume der Keimplatte verschwinden nun auch die übrigen Parenchymzellen in progressiver Weise. Sie liegen immer mehr vereinzelt, zersprengt, bilden z. B. an dem Ovarium des ca. 1 Jahr alten Fohlens meist nur noch locker zusammenhängende, in Auflösung begriffene Zellen mit Körnchen und sind sehr blass. Fettkörnchen sieht man dann als letzte Spuren derselben.

Das aus den beschriebenen Zellen bestehende Keimlager stösst an die Keimplatte, sowie an die seitlichen, serösen Ueberzüge des Ovarium.

An der Grenze des Keimlagers und der Keimplatte finden sich bei den vorgeführten Präparaten Verschiedenheiten, die von der Grössenzunahme der Keimplatte und dem damit zusammenhängenden Schwunde des Keimlagers abhängig zu sein scheinen. Während nämlich bei dem fötalen Eierstocke die Grenze, dem Umkreise der Keimplatte folgend, rundlich erscheint und nur in m. o. w. grösseren Abständen von der Keimplatte Bindegewebszüge in das Stroma gehen, (Fig. 15) die nur schwach ausgeprägte Einziehungen erkennen lassen, bemerkt man an dem Ovarium des Füllens, 47 Stunden nach der Geburt, dass die Einziehungen tiefer werden und ziemlich regelmässig geformte Arcaden bilden. Letztere markiren sich

durch ihren braunen Contour deutlich von dem sie begrenzenden, hellen Keimplattengewebe. Bei dem Ovarium des 33 Tage alten Füllens haben die Arcaden durch Zunahme von neuen Bindegewebszügen aus dem unteren Theile des Gewebes der Platte, an Zahl zugenommen und sind zugleich kleiner geworden. Einige Bogen haben sich schon abgeflacht und sind durch hervorstehende einzelne Zellen des Keimlagers uneben geworden. Das Ovarium des 51 Tage alten Füllens lässt wiederum eine Vermehrung dieser bindegewebigen Züge erkennen, doch haben an verschiedenen Stellen Bindegewebe und Gefässe (Fig. 16) an Quantität so sehr zugenommen, dass nur einzelne, nebeneinander liegende, theils schmale, theils breitere Balken von dem Gewebe des Keimlagers stehen geblieben sind. Das Ovarium des gegen 1 Jahr alten Fohlens zeigt schliesslich dünne Streifen und Reihen von Stromagewebszellen, die bei dem ausgewachsenen Ovarium ganz verschwunden sind.

Die Keimplatte trägt an ihrer Oberfläche das so genannte Keimepithel.

Die Zellen des Keimepithels sind verschieden geformte Cylinderzellen, die an den in Chromsäure und schliesslich in Alkohol erhärteten Präparaten nur mangelhaft erhalten sind. Diese Cylinderzellen messen in der Länge 0·018 Mm., in der Breite 0·007 — 0·008 Mm., sind also verhältnissmässig kurz. Sie zeigen ein feinkörniges Protoplasma ohne nachweisbare Umhüllungsmembran und in dem Protoplasma einen stets sehr deutlich hervortretenden, grossen Kern von meist ovaler Form. Die durchschnittliche Breite des Kernes beträgt 0·007 Mm. und nimmt in der Regel die ganze Dicke der Zelle ein. Oefter lassen sich ein oder mehrere, stark lichtbrechende Kernkörperchen in den Kernen der Zellen nachweisen, die durchschnittlich 0·001 Mm. messen. In der Regel laufen die Zellen in eine Spitze aus, so dass sie konisch geformt sind; oft sieht man aber auch mehr eiförmige, länglich runde Zellen des Keimepithels. Die Keimepithelzellen stehen pallisadenartig neben einander und folgen genau dem Verlaufe der Keimplatte, auf die sie senkrecht, mit den spitzeren Enden nach unten gerichtet, gestellt sind (Fig. 17a).

Das Keimepithel ist einschichtig.

Mit der Oberflächenabnahme der Keimplatte verschwinden die Keimepithelzellen immer mehr, so dass sie am fertigen Ovarium nicht mehr aufgefunden werden können.

Verfolgt man die Entwickelung der Keimplatte nach der Reihe der oben erörterten Präparate, so gelangt man zu folgenden Resultaten:

Die mit dem vorhin beschriebenen Keimepithel bedeckte Oberfläche der Keimplatte erscheint bei dem Ovarium des 10 Monat alten Fötus uneben. Sie zeigt zwischen schwach hügelförmigen Hervorwölbungen kleinere oder grössere, mit Cylinderepithel besetzte Gruben. Die Epithelfortsätze gehen in der Regel in gerader Richtung 0·1 — 0·2 Mm. nach innen fort; sodann scheinen sie sich in sehr verschiedener Weise hin- und herzuwinden und zu theilen, so dass die ganze Länge des Schlauches auf mikroskopischen Schnitten nur sehr selten verfolgt werden kann. Die Schläuche sind verschieden, 0·01—0·04 Mm. dick, und an ihnen wechseln dünnere mit bauchig erweiterten Stellen ab. Besonders an den Theilungsstellen sind die Schläuche stärker. In den oberen Partieen mehr langgestreckt, winden sie sich in den unteren in der Regel hin und her (Fig. 15c). Eine Membrana propria lässt sich an den Schläuchen nicht erkennen. Sie sind ausgefüllt mit eng an einander liegenden Zellen, die sich nach Carmintinction stark färben und eine unregelmässige Gestalt zeigen. Zuweilen sind die Zellen in den Schläuchen so regelmässig an einander gelegt, wie die Nierenepithelien in den Harnkanälchen. Diese Anordnung kann auch auf Flächenschnitten beobachtet werden. Die Kerne der beschriebenen Zellen sind rundlich oder oblong, durchschnittlich 0·001 Mm. gross. In den tiefsten Schichten, und auch ganz ausnahmsweise oberflächlich, treten in kreis-, ampullen- oder cylinderförmigen Erweiterungen der Schläuche einzelne besonders grosse Zellen hervor. Es sind dies die späteren Eizellen. Dieselben sind rundlich, 0·007 — 0·014 Mm. gross, scharf contourirt und mit Kernen versehen, die etwas grösser (0·003 Mm.) als in den übrigen Zellen erscheinen. Die ampullenartig erweiterten Abschnitte der Schläuche, in denen die beschriebenen

Zellen liegen, scheinen auch zuerst aus der Continuität der Schläuche herauszutreten. Es bilden sich aus ihnen rundliche Körper, welche sich durch ihre regelmässige, radienförmige Anordnung des Epithels auszeichnen und als Follikel zu betrachten sind. Die grössten Follikel liegen entweder am tiefsten in der vascularisirten Keimplatte und umgeben von dem Bindegewebe derselben oder sie befinden sich, umschlossen von den oberflächlichen Zellen des Keimlagers, an der Grenze der Parenchymzellen. (Fig. 15d). Der Weg, den die am tiefsten gelegenen Follikel auf der Wanderung nach dem Keimlager zurückgelegt haben, ist in der Regel durch schmale Bindegewebszüge, welche die Follikel umgeben, gekennzeichnet. In den parallelwandig erscheinenden Bindegewebszügen liegen ausserdem Zellentrümmer und sehr kleine, polymorphe, granulirte Zellen. Innerhalb der von den Eiepithelzellen umschlossenen Höhle befindet sich die Eizelle. Aus derselben hebt sich mit dunklem Contour der Kern, in welchem das Kernkörperchen (Keimfleck) zu bemerken ist, scharf ab. Die Eier liegen excentrisch und messen durchschnittlich 0·008 Mm.

Neben dem Keimgewebe des Eierstockes bemerkt man noch Bindegewebe als constituirenden Bestandtheil der Keimplatte.

Das Bindegewebe ist embryonaler Natur und zeigt verschiedene Formen. Die Zellen desselben sind entweder mehr spindelförmig oder nach einer Seite ausgezogen, dagegen an der anderen kopfförmig abgerundet. In den Bindegewebszellen befinden sich granulirte Kerne, die sich nach Carmintinction stark färben, und in den Kernen bemerkt man ein stark lichtbrechendes Kernkörperchen. Mit den Enden greifen diese Zellen in die Zwischenräume der benachbarten Zellen hinein und folgen in ihrer Anordnung dem äusseren Contour des Querschnittes des Ovarium. Gegen das Keimepithel liegen sie lose und locker, während das tiefer gegen das Keimlager befindliche Stratum fester geordnet ist. Je nach der Lage und Masse der Schläuche und Follikel in der Keimplatte wird auch der Querverlauf des Bindegewebes unterbrochen, da letzteres jene stets umgiebt. Und diese Einrichtung verleiht der Keim-

platte ein cavernöses Aussehen. Das Epithelialgewebe in der Keimplatte des fötalen Ovarium übertrifft an Masse das Bindegewebe.

Bei dem Ovarium des 47 Stunden alten Füllens (Fig. 3 und 4) erfolgt die Einstülpung des Keimepithels von der Oberfläche der Keimplatte nicht mehr. In der Regel sieht man nur seichtere Gruben. Es kommen nur selten noch Einstülpungen des Epithels in die Keimplatte vor. Die zur Oberfläche laufenden, unter einander communicirenden und sich oft theilenden Schläuche besitzen nicht mehr die breiten Ausführungsgänge wie bei dem fötalen Ovarium. Dieselben sind schmäler und dünner geworden, während andere schon ganz ausser Communication mit der Oberfläche getreten und nur durch eine kurze Schicht festen Bindegewebes, aus querlaufenden Spindelzellen bestehend, mit der Keimplatte verbunden sind. Die Schläuche führen in den unteren Lagen zu grossen Nestern von stark ausgebildeten Epithelhaufen, deren Zellen durch Grössenzunahme ein von dem Keimepithel immer differenteres Aussehen erhalten. Daneben bemerkt man verschiedene abgeschnürte Follikel, die auch hier stets tief in dem braunen Stroma liegen, doch keine nennenswerthen Unterschiede von denen des Präparates unter Fig. 1 und 2 erkennen lassen.

Das Bindegewebe hat sich mehr verdichtet und scheint an Masse den Keimschläuchen fast gleichzukommen, an manchen Stellen die Follikel und das Epithelialgewebe quantitativ sogar zu übertreffen. Die grösseren Zellen in den Schläuchen messen bis 0·016 Mm. und die ihnen enthaltenen Kerne 0·005 Mm.

An der Grenze zum Keimlager und in dem letzteren selbst bemerkt man viele korkzieherartig gewundene Gefässe, die sich besonders durch ihre stark entwickelte Adventitia auszeichnen. Die Gefässe streben im Allgemeinen der Oberfläche der Keimplatte zu.

Die Oberfläche des Ovarium des 33 Tage alten Füllens (Fig. 5 und 6) erscheint mehr eben und glatt. Nur ausnahmsweise bemerkt man seichte Vertiefungen, die zu Schläuchen und Follikeln ziehen und das querliegende, stetig dichter werdende Bindegewebsstratum durchkreuzen. Der Inhalt der

Schläuche zeigt nicht mehr die regelmässige Epithelanordnung. In ihnen befinden sich Zerfallsmassen und die noch in denselben erhaltenen Zellen messen 0·007 Mm. Die Follikel liegen meist in der unteren Hälfte der Keimplatte in einer Zone, die sich von der Mitte der ersteren nach unten erstreckt. Die Ovula derselben messen im Durchschnitte 0·013 Mm. und das Keimbläschen 0·006 Mm. Die Follikel sind ferner meist nur durch Bindegewebsfäden von einander getrennt oder sie sind durch stärkere Lagen derselben aus einander gehalten. Man trifft sie in Gruppen bis zu 25 Stück. Das durch Carmin stark gefärbte Bindegewebe, das sich immer mehr von dem Charakter des embryonalen entfernt, zieht senkrecht gegen die Oberfläche der Keimplatte und umgiebt die Schläuche und Follikel. Durch diesen Umstand erhält die Keimplatte ein noch mehr durchflochtenes Aussehen.

Die Gruben in der Oberfläche des Ovarium des 51 Tage alten Füllens (Fig. 7 und 8) haben sich fast ganz ausgeglichen. Die Oberfläche ist dem entsprechend nur stellenweise vertieft, sonst eben und glatt. Die sehr vereinzelten Schläuche sind weiter nach dem Keimlager gerückt und beträgt der Durchmesser der granulirten Zellen derselben 0·007 Mm., der ihrer Kerne 0·002 Mm. In dieser oberen Zone, 0·07 Mm. unter dem Keimepithel, treten in bedeutender Anzahl vereinzelte, abgeschnürte Follikel auf. In der Nähe des Keimlagers liegen noch grössere, ausgebildetere Follikel in ebenso grosser Anzahl, an denen schon 2 Lagen Eiepithelzellen zu bemerken sind. Die in ihnen enthaltenen Eier sind durchschnittlich 0·014 Mm., die Keimbläschen 0·007 Mm. gross. Ausserdem findet man an dem in Rede stehenden Präparate schon 3 vollständig ausgebildete Graaf'sche Follikel von durchschnittlich 0·05 Mm. Grösse. 2 Follikel sitzen an der Grenze zum Keimlager, das tiefste zwischen zwei stärkeren, aus den Keimlagerzellen gebildeten Balken. Der grösste Durchmesser des deutlich sichtbaren Keimbläschens beträgt 0·01 Mm., auch der Keimfleck ist sichtbar, ebenso sind Zona pellucida, Membrana granulosa und Tunica fibrosa deutlich nachzuweisen.

Die faltigen Unebenheiten der Oberfläche der Keimplatte

bei dem Eierstocke des 62 Tage alten Füllens (Fig. 9 und 10) rühren nicht mehr von Einstülpungen des Epithels her, sondern sind eine Folge der Einziehung des concaven, mittleren Theiles der Keimplatte in das Ovarium. Dem entsprechend sind keine Schläuche in den der Oberfläche zunächst gelegenen Partieen der Keimplatte zu sehen. Hier ist nur Bindegewebe zu constatiren; dasselbe verdichtet sich immer mehr und nimmt an Mächtigkeit zu. Sodann fallen, besonders bei schwächeren Vergrösserungen der Keimplatte senkrecht sich erhebende schmale, ziemlich gleich breite Streifen auf, (Fig. 17 b), welche gegen die Mitte der unteren Fläche der Keimplatte strebend, an den Seiten gekrümmt, in der Mitte mehr gerade verlaufen. Diese Streifen sind helle Bindegewebszüge, die sich nur in seltenen Fällen bis in die tieferen Parenchymschichten verfolgen lassen und zu den sehr vereinzelt anzutreffenden, meist nur kugeligen Schläuchen führen. Die meisten der Streifen verlieren sich in einer verschiedenen Höhe, je nach der früheren Ausdehnung der Schläuche. Die Schläuche befinden sich meist in ausgesprochener Theilung oder haben sich bereits abgeschnürt und getrennt. In der Regel begegnet man grossen Nestern von Follikeln (Fig. 16 c). Dieselben erscheinen durch verschieden starke Bindegewebszüge mehr auseinander gerückt, als bei dem vorhin abgehandelten Ovarium. Die Follikel zeigen eine verschiedene Ausbildung und damit eine verschiedene Grösse. Sie messen von 0·02 — 0·057 Mm. im Durchmesser. In den kleinsten bemerkt man Eier und Keimbläschen, in grösseren neben diesen noch eine körnige Masse und in den grössten Follikeln Eiepithelzellen in 2 und 3 Lagen um das excentrisch gebettete Ei. Die Eier messen 0·02 Mm. und deren Keimbläschen 0·008 Mm. im Durchmesser. Wenige Follikel zeichnen sich wieder durch ihre vorgeschobene Lage im Stroma des Eierstockes und durch ihre weit vorgeschrittene Ausbildung aus.

An der Oberfläche der Keimplatte des gegen 1 Jahr alten Fohlens (Fig. 11 und 12) sind noch mehr Fältelungen festzustellen. Die Follikel liegen in der Nähe des Keimlagers, seltener im Gewebe desselben. Gewöhnlich trifft man die Eier

in der Nähe der Mitte des Eierstockes in kleineren und grösseren Gruppen, oder mehr reihenweise beisammen und durch m. o. w. mächtiges, interfolliculäres Bindegewebe getrennt. Seltener liegen dieselben ohne Zwischensubstanz. Die Grösse der Follikel wechselt sehr. Die nur schwer zu messenden Eier betragen im Durchschnitte 0·04 Mm., die Keimbläschen 0·008 Mm. Grössere, mehr ausgebildete Follikel, wie sie bei den Präparaten unter Figur 7 — 10 beschrieben sind, bemerkt man selten. In diesen seltenen Fällen liegen die Follikel einzeln und ebenfalls an oder in dem Keimlagergewebe. Das um die Eier gelegene, cylindrische Eiepithel tritt in dem mehr hellen Stroma des Ovarium sehr scharf hervor, während die meist peripherisch gelegenen Keimbläschen in der Dottermasse schwer zu erkennen sind.

Die im vorigen Präparate beschriebenen hellen Bindegewebsstreifen der Keimplatte reichen tiefer in das Keimlager, sind aber schmäler und zum Theil verschwunden.

Neben dem immer dichter erscheinenden querverlaufenden Bindegewebe in der oberen Zone der Keimplatte macht sich eine Anzahl von im Durchmesser 0·04 Mm. grossen Gefässen bemerkbar. Letztere scheinen vorherrschend in der Längenrichtung des Ovarium zu verlaufen. Die Adventitia der Gefässe ist sehr schwach entwickelt.

In dem in Rede stehenden Eierstocke findet man häufig die von verschiedenen Seiten und auch von Henle[1]) S. 488 beschriebenen und in Fig. 380 ebendaselbst gezeichneten Membranen. Die grösseren dieser vorkommenden Gebilde, welche blasig erscheinen, haben einen Durchmesser von 0·91 Mm. Sie sind sämmtlich mit wellig angeordneten Wänden von 0·004 — 0·011 Mm. Dicke versehen und von Bindegewebe erfüllt. Die Wände erscheinen glänzend und structurlos. Häufig begegnet man halb und ganz zusammengefallenen und je nach Maassgabe der Füllung verschieden stark gefalteten, halskrausenartig aussehenden Blasen. Dieselben liegen ziemlich unregelmässig im

---

1) Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Zweiter Band. Braunschweig 1866.

Eierstocke zerstreut. Ueber die Bedeutung dieser Blasen bin ich wegen Mangels an Präparaten nicht im Stande, Aufschluss zu geben. Die oft ganz colossalen Fältelungen möchten indess gegen die aufgestellte Annahme sprechen, dass es einfach collabirte Follikel seien. Sie müssten dann in ihrem entfalteten Zustande das Ovarium an Grösse um ein Mehrfaches übertreffen können.

Von der Keimplatte sämmtlicher beschriebener Eierstöcke ist noch das Verhalten der Ersteren gegen die anstossende Serosa zu berücksichtigen. Eine bestimmte Grenze zwischen Serosa und Keimplatte lässt sich zweifellos nicht feststellen. Es hat besonders bei den beiden zuerst beschriebenen Ovarien den Anschein, als wenn ein unmittelbarer Uebergang des Bindegewebes beider Ueberzüge stattfände. Der Uebergang zeigt in dem Falle eine Differenz in der Dicke dieser Züge. Während nämlich wie beschrieben die Keimplatte bei den verschiedenen Präparaten eine verschiedene Mächtigkeit hat, bleibt die Serosa in ihrer Dicke hinter der Keimplatte zurück. Abgesehen von dieser Differenz ist die Grenze der Serosa auch noch durch den Mangel des Keimepithels gekennzeichnet.

Bei den Ovarien des 33 und 51 Tage, sowie des 2 Monate und des ca. 1 Jahr alten Fohlens (Fig. 7 — Fig. 12) scheint eine stark ausgesprochene Grenze zu bestehen. Es legt sich hier die ganze Serosa an die Keimplatte; der seröse Ueberzug geht bis hart an die Keimplatte, biegt dort nach innen um, indem er sich zugleich wölbt und zieht dann zur Keimplatte und zum Keimlager; die Grenze der Ersteren zeigt an dieser Stelle eine entsprechende Aushöhlung.

Die Oberfläche der Serosa ist mit Plattenepithel besetzt. Dasselbe erscheint granulirt und zeigt gewöhnlich einen grossen oder auch zwei runde Kerne, die ebenfalls granulirt sind. Die einschichtig angeordneten Zellen liegen dicht an einander.

Die Histologie des erwachsenen Ovarium.

Von dem Keimlager ist Nichts übrig geblieben. Nur hin und wieder finden sich Pigmentkörnchen als letzte Ueberreste des Keimlagers vor. Die Hauptmasse des ganzen Ovarium besteht aus der in das Ovarium eingesenkten Keimplatte. An

der Oberfläche der durch Einsenken entstandenen Grube ist man nicht mehr im Stande, Keimepithel nachzuweisen. Die Follikel finden sich meist an der Grenzschicht des eigentlichen Ovarialgewebes vor, so dass die grössten, mit liquor folliculi gefüllten Follikel mehr peripherisch, die kleineren mehr in der Nähe des Centrum des Eierstockes liegen[1] [2] [3] [4]. Die Ovula messen 0·05 Mm. Das zwischen den Follikeln befindliche Gewebe, in den früheren besprochenen Perioden bindegewebig, trägt jetzt bedeutende Mengen organischer Muskulatur[5]. Die Muskelzellen sind langgestreckt, fassen schichtweise in einander und zeigen deutlich den charakteristischen, stäbchenförmigen, 0·008 — 0·015 Mm. grossen Kern. Die Zellen liegen in Bündeln zusammen, die einen bestimmten Faserverlauf erkennen lassen. Unter dem subserösen Bindegewebe der Peripherie umkreisen die Züge das Ovarium. Einzelne von den Zügen streben nach dem Innern empor und laufen in ziemlich gerader Richtung der mehrerwähnten Grube zu. Die Züge verlaufen also strahlenartig im Ovarium; sie erstrecken sich von der Grube gegen die Peripherie desselben. Zwischen den organischen Muskelzügen tritt Bindegewebe auf, welches verhältnissmässig zellenreich und fibrillenarm ist. Ausserdem liegen in den Zwischenräumen die schon erwähnten Follikel, und ebenso trifft man langgezogene Rudimente der corpora lutea, deren stark pigmentirte Zellen und Pigmentkörnchen zwischen den Muskelzügen liegen. Die mit dem gewöhnlichen Plattenepithel besetzte Serosa weicht nicht von der jüngerer Ovarien ab. Sie ist ganz lose durch subseröses Bindegewebe an das feste Ovarialstroma

---

1) Gurlt's Handbuch der vergl. Anat. der Haus-Säugethiere. Berlin 1860. S. 434.

2) Franck S. 671.

3) Leisering S. 517.

4) Franz Müller. Lehrbuch der Anatomie der Haussäugethiere. Wien 1871 S. 368.

5) Franck S. 671 konnte sich von dem Dasein organischer Muskelfasern im Eierstocke nicht überzeugen, wie über die Frage der glatten Muskulatur im Stroma ovarii überhaupt noch grosse Differenzen bestehen.

geheftet. In den subserösen Schichten liegen zahlreiche gewundene Gefässe, von denen nur kleinere Aeste in den Eierstock treten.

Versucht man nach den angeführten Untersuchungsresultaten, sich ein kurzes Bild von der eigenthümlichen Entwickelung des Ovarium des Pferdes zu verschaffen, so gelangt man zu folgenden Ergebnissen:

Der Eierstock des Fötus des Pferdes gegen das Ende der Schwangerschaft unterscheidet sich nur unwesentlich in der Form von der anderer Thiere.

Die Hauptmasse des Ovarium bildet ein weiches, saftiges Gewebe, das Keimlager. Dasselbe wird an der Basis von der Serosa überzogen, an der Oberfläche trägt es die Keimplatte.

Mit zunehmendem Alter findet zunächst eine Volumenabnahme des Ovarium statt[1] [2] [3]. Dieselbe geschieht auf Kosten des Keimlagers, während die Keimplatte an Masse zunimmt. Diese Zunahme der Keimplatte erfolgt jedoch nicht nach allen Dimensionen; wir können nur eine stetige Dickenzunahme, sowie ein stetiges Hineinwachsen der Keimplatte in das Keimlager nachweisen; dagegen lässt sich eine Verkleinerung der Oberfläche der Keimplatte constatiren. Hiermit ist zu gleicher Zeit eine Formveränderung des Eierstockes verbunden. Während derselbe ursprünglich eiförmig ist, wird er durch diese Verkürzung der freien Fläche der Keimplatte mehr und mehr kahnförmig. Die Verkleinerung des Ovarium zeigt sich selbst noch bei dem 62 Tage alten Füllen, dann tritt

1) Oesterreichische Vierteljahrsschrift für wissenschaftliche Veterinärkunde etc. Jahrgang 1871 Band 36 S. 9. Analecten. Referent Dr. Müller: „Bei Füllenembryonen mit 7 bis 8 Monaten sind die Ovarien viel grösser, als unmittelbar nach der Geburt."

2) Chauveau. Traité de l'anatomie comparée des animaux domestiques. Paris 1871 erwähnt S. 924, dass das Ovarium beim Fötus fast ebenso gross ist, als beim erwachsenen Pferde und dass es bei den älteren atrophirt. Ausserdem giebt Ch. eine Figur.

3) Franck S. 669: „Bei dem ausgebildeten Thiere ist der Eierstock absolut kleiner, jedoch derber, als beim Fohlen und weniger regelmässig." — Der Eierstock des unter ein Jahr alten Fohlens ist aber absolut kleiner, als der des ausgewachsenen Pferdes.

indess eine Grössenzunahme des gesammten Eierstockes ein. Die Oberfläche der Keimplatte nimmt aber fortschreitend ab. Dieselbe contrahirt sich mehr und mehr, bis sie die Form einer Grube besitzt, welche von dem an Grösse stark zunehmenden Ovarium umwuchert wird. Schliesslich zeigt das ausgebildete Organ die beschriebene gedrungene, bohnenförmige Gestalt. Der Einschnitt findet sich an der Stelle vor, an welcher früher die Keimplatte gelagert war. Diese Formveränderung wird recht ersichtlich durch die Betrachtung der beigefügten Zeichnungen und besonders, wenn man die Anheftungsstellen des Ligamentum ovarii und des gefranzten Randes von Präparat zu Präparat verfolgt. Ursprünglich liegen Ligamentum ovarii und gefranzter Rand weit entfernt, an den entgegengesetzten Enden des Eierstockes [1]); später rücken sie allmälig immer näher, um sich beim vollkommen entwickelten Organe gänzlich oder doch fast zu berühren. Gleichzeitig lässt sich eine fortwährende Dickenzunahme der Keimplatte auf Kosten des Keimlagers nachweisen, bis schliesslich Letzteres fast verschwunden und das ganze Ovarium aus der in sich allerdings sehr veränderten Keimplatte besteht. Auch diese Vorgänge werden am besten durch die Querschnitte, Fig. 2, 4, 6, 8, 10, 12 und 14 demonstrirt.

Die erörterte Formveränderung läuft fast vollständig im ersten Jahre des extrauterinen Lebens des Füllens ab. Doch scheinen bei diesem Vorgange Variationen zu bestehen, welche zum Theil auf individuellen Eigenthümlichkeiten, zum Theil auf pathologischen Zuständen beruhen. So fand ich an einem Ovarium die Entwickelung in 7½ Monat bereits so weit vorgeschritten, wie sie nach meinen bisherigen Erfahrungen erst nach einem Jahre einzutreten pflegt. Umgekehrt zeigte ein Ovarium von einem 4½ Monat alten Fohlen den Entwickelungszustand des erst 33 Tage alten Füllens.

---

1) Franck bemerkt S. 675, dass das Ostium abdominale beim neugeborenen Fohlen am hinteren Ende des Eierstockes liege. Der gefranzte Rand des Ovarium beim neugeborenen Fohlen und Fötus heftet sich aber am vorderen Ende des Eierstockes an; am hinteren Ende desselben inserirt das Ligamentum ovarii.

Bei der geringen Zahl der mir zu Gebote stehenden Ovarien würde es gewagt sein, über den chronologischen Gang der Entwickelung bestimmte Gesetze aufstellen zu wollen. Nur soviel kann als sicher erachtet werden, dass die Eierstöcke neugeborener Fohlen eiförmig sind, dass erstere mit etwa einem Monate walzenförmig, nach Verlauf von wieder einem Monate kahnförmig werden, und dass Fohlen von einem Jahre die Form der Ovarien ausgewachsener Pferde besitzen.

Diese Darlegung ergiebt zu gleicher Zeit die Unhaltbarkeit der Angaben von Franck, S. 671: „Im weiteren Verlaufe dreht sich nun der Eierstock um seine Längenaxe (in Folge der Contraction des musculösen Eierstocksbandes?) und wird zugleich kleiner und derber. Er wickelt sich hierbei vollständig in die Bauchfellduplicatur ein, an welcher er aufgehängt war. Mit dieser ihn nunmehr umhüllenden Duplicatur verwächst er locker, und das ist die Ursache, warum die erwachsene Stute eine Umhüllung mehr zu haben scheint, als die übrigen Hausthiere.“ Schon Leisering wies, wie Anfangs hervorgehoben wurde, durch eine einfache anatomische Untersuchung an drei Pferdeföten diese Erklärungsweise Franck's zurück.

Die nähere Darlegung des Zustandekommens der erwähnten Formveränderung dürfte schwierig sein. Sie kann zurückgeführt werden auf die starke Dickenzunahme der Keimplatte, welche sich auf Kosten des Keimlagers vollzieht. Andererseits ist man versucht, an eine Art Retraction in den obersten Lagen der Keimplatte zu denken. Wie nach Ausfüllung einer Wunde das neugebildete Gewebe sich durch Narbenretraction zusammen und umliegende, besonders leicht verschiebbare Theile, z. B. die Haut, mit sich zieht und sogar in Falten legt, so verkleinert sich auch die Keimplatte, wird gerade, höhlt sich aus, zieht Serosa und die mit derselben zusammenhängenden Apparate (Ligamentum ovarii, fimbria ovarii) mit sich fort und legt erstere in Falten. Dass etwas Aehnliches hier stattfindet, ergeben besonders die S. 127 beschriebenen starken Falten des wulstartig über das Niveau der Keimplatte erhobenen Randes des Ovarium bei Fig. 11. Diesen Vorgang glaube ich auch auf

Grund des histologischen Befundes aus den oberen Schichten der Keimplatte folgern zu dürfen. Die Platte, welche ursprünglich weich und zellenreich ist, wird später dichter und besteht nur aus stark in einander gefilzten Spindelzellen. Ausserdem bemerkt man an der Oberfläche der Keimplatte, dass die an ihr befindlichen Oeffnungen in der Mitte zuerst kleiner, dann unsichtbar werden und zwar zu einer Zeit, in welcher dieselben an den Rändern der Keimplatte noch gross erscheinen. Erst später zeigt sich auch an den in der Peripherie der Keimplatte gelegenen Oeffnungen eine Verkleinerung im Umfange der Letzteren.

Das Pferdeovarium bildet beziehentlich der Einrichtung der mehrerwähnten Grube im Hilus, soviel mir bekannt, eine Ausnahme, da bei den Eierstöcken der übrigen Thiere stets die Convexität der freien Ovulationsfläche bis in das späteste Alter erhalten bleibt. Doch möchte es sich empfehlen, die Ovarien der im zoologischen Systeme dem Pferde nahestehenden Thiere einer Untersuchung nach dieser Richtung hin zu unterziehen.

Die Entwickelung der einzelnen Theile des Ovarium vollzieht sich beim Pferde im Allgemeinen ebenfalls nach den von Waldeyer u. A. gemachten Angaben. Die Bildung der Keimschläuche von der Oberfläche der Keimplatte kann übereinstimmend mit Bischoff, Grohe und Waldeyer (s. Waldeyer S. 45) auch bei den Füllen nur bis zur Geburt derselben verfolgt werden. Von da ab scheint das Keimepithel seine grosse Bedeutung zu verlieren. Die unter dem Keimepithel liegende Schicht der Keimplatte wird fester und derber. Die Bildung der Eizellen, die Abschnürung einzelner Follikel beginnt schon frühzeitig in der tiefsten Schicht der Keimplatte[1]).

---

1) Oesterreichische Vierteljahresschrift (s. S. 143 Anm. 1). Zugleich beobachtete Referent (Müller) bei 2 Füllen von 7 und 10 Tagen, dass nach der Geburt sich in der Mitte der äusseren Oberfläche des Ovarium eine dichte, weisse Platte bildet, unter welcher die Graaf'schen Follikel als erbsengrosse oder etwas kleinere Bläschen in den grauen Keimlagern deutlich sichtbar sind.

Schon beim 10 Monate alten Fötus trifft man einzelne solcher Follikel, welche später an Zahl bedeutend zunehmen, während gleichzeitig das interfolliculäre Gewebe an Masse abnimmt. Mit dieser numerischen Zunahme werden die am tiefsten liegenden Follikel mehr und mehr in das braune Gewebe des Keimlagers hineingedrängt und erhalten dort erst, wie es scheint, die Bedingungen zu ihrer weiteren Entwickelung zum eigentlichen Graaf'schen Follikel. Während die in der Keimplatte liegenden Follikel relativ gleiche Dimensionen behalten, wachsen die in das Keimlager hineingedrängten schnell zu bedeutender Grösse heran. So findet man schon isolirte, reife, mit allen Theilen versehene Graaf'sche Follikel bei dem 51 Tage alten Fohlen. Diese volle Entwickelung zeigen aber immer nur die am tiefsten im Keimlager befindlichen Follikel. Erst mit der vollständigen Verdrängung des Keimlagers, erst nach der beendeten Formveränderung der Ovarien beginnt an vielen Orten und unregelmässig vertheilt die Ausbildung der Graaf'schen Follikel.

Die physiologischen Vorgänge: die Entleerung der Follikel und die Entwickelung des corpus luteum gehen bei dem so eigenthümlich gestalteten Pferdeovarium in besonderer Weise vor sich. Eine Entleerung der Follikel und ein Auswerfen des Eies nach den Seitenflächen des Ovarium kann nicht stattfinden, da der lose Ueberzug der Serosa die Eröffnung der Graaf'schen Follikel nach der freien Bauchhöhle verhindert. Nirgends findet man auch Narben oder corpora lutea an der Oberfläche des Eierstockes. Im Uebrigen zeigt auch schon die Anheftung des gefranzten Randes, dass die Ovula nicht überall an der Aussenfläche des Ovarium zur Entleerung gelangen können. Der gefranzte Rand würde dann die Eier nicht aufnehmen können; sie würden in die Bauchhöhle fallen und sich dort weiter ausbilden; Bauchschwangerschaften sind aber beim Pferde bisher noch nicht beobachtet worden. Die Entleerung kann demnach nur nach jener Grube hin stattfinden, an der das Ovarium vom Peritonealüberzug nicht bedeckt ist. Leider trifft man selten Fälle, in denen die corpora lutea diesen Weg

andeuten. Doch hat Leisering ein Präparat gesehen, in welchem ein stark entwickeltes corpus luteum knopfförmig aus der Grube hervorragte. Die Aufnahme der so entleerten Eier in den Oviduct ist durch die nahe Anheftung des gefranzten Randes vollständig gesichert.

Die Wege und Kräfte, vermittelst derer die Follikel nach jener Grube geleitet werden, sind vorläufig noch nicht bekannt; wahrscheinlich werden die Follikel durch losere Gewebszüge in jene Richtung vorgepresst, wie dies die radiäre, gegen jene Grube gerichtete Zeichnung der Bindegewebszüge anzudeuten scheint. Jedenfalls sind aber zu dieser Lagenveränderung noch andere Kräfte nothwendig, als die einfache Grössenzunahme der Follikel und die dadurch bedingte Atrophie der Gewebe nach der Oberfläche zu. Diese Erklärung der Ovulation passt nicht für das Ovarium des Pferdes. Es müssen hier besondere Druck- und Zugkräfte wirken, welche den Follikel nach jener Grube drängen. Diese scheinen ausgeübt zu werden durch die Wirkung der in das Ovarialstroma eingelagerten organischen Muskelfasern, welche in starken Lagen das ganze Ovarium durch- und umziehen. Die grösste Wirkung scheinen aber die radienartig im Eierstocke verlaufenden Muskelfasern bei diesem Vorgange auszuüben.

Die ferneren Vorgänge, welche zur Berstung eines Follikels führen, sind bereits von Spiegelberg, His, Schrön, Luschka, Waldeyer, Kölliker u. A. auf die frühe Entwickelung des corpus luteum von der Stelle der Membrana granulosa und der bindegewebigen Schicht der Follicularwand zurückgeführt worden. Auch beim Pferde muss ein analoger Process vor sich gehen, wie das Auftreten des corpus luteum gegen die Peripherie des Stroma zu andeutet.

Das corpus luteum des Pferdes bietet in seiner Structur keine nennenswerthen Abweichungen von dem der anderen Thiere. Es erinnert übrigens sehr stark an das Keimlager, so dass man dasselbe für eine vorübergehende Restitution des längst verschwundenen Keimlagers auffassen könnte.

Anhangsweise möchte darauf hinzuweisen sein, dass gerade

die eigenthümliche Entwickelung des Pferdeovarium erst den Schlüssel zu einigen häufigen pathologischen Verhältnissen liefert. Hierher gehört einerseits die so häufig beobachtete Unfruchtbarkeit von Stuten. Dieselbe mag zum Theil wohl dadurch bedingt sein, dass die erwähnte Ovulationsgrube vollständig von narbenähnlichem Serosagewebe verschlossen wird. Die Ovulation ist dann absolut unmöglich. Präparate mit dieser Veränderung sind in Pferdeschlächtereien, wo allerdings meist ältere Pferde geschlachtet werden, keine Seltenheit. Aber selbst abgesehen von diesem speziellen Falle ist es leicht verständlich, dass die Chancen für eine Sterilität, der beschriebenen anatomischen Verhältnisse wegen, gerade beim Pferde so gross sind, denn nicht nur der Verschluss jener Oeffnung, sondern ein jedes mechanisches Hinderniss, welches auf dem angedeuteten Wege liegt, den die Follikel zu durchwandern haben, wird eine Bedingung zur Unfruchtbarkeit abgeben. Ferner möchte hiermit die häufig zu beobachtende cystoide Degeneration des ganzen Ovarium im Zusammenhange stehen. Cystoide Degenerationen einzelner Follikel sind beim Pferde ebenfalls häufig. Die Cysten liegen in der Regel unter der Serosa. Dieselben lassen sich nur dadurch erklären, dass peripherisch liegende Follikel anstatt nach der Ovulationsgrube geschoben zu werden, die Muskelschicht perforiren, sich nach der Peripherie des Eierstockes pressen, unter der Serosa liegen bleiben und, den austreibenden Kräften entzogen, cystoid degeneriren.

Erklärung der Abbildungen.

(bis Fig. 14. natürliche Grösse.)

Figur 1. Mediale Seite des rechten Eierstockes eines etwa 10 Monate alten Pferdefötus.

a) Keimplatte,
b) seröser Ueberzug,
d) ligamentum ovarii,

e) ligamentum latum,
f) gefranzter Rand,
g) rechtes Uterushorn,
h) Eileiterfalte.

Figur 2. Querschnitt des Eierstockes von Figur 1.
a) Keimplatte,
b) seröser Ueberzug,
c) Keimlager,
e) ligamentum latum.

Figur 3. Mediale Seite des rechten Eierstockes eines 47 Stunden alten Fohlens.

Figur 4. Querschnitt des Eierstockes von Figur 3.
Die Bezeichnung ist die bei Figur 1 und 2 angegebene.

Figur 5. Untere Seite des rechten Eierstockes eines 33 Tage alten Fohlens.
i) Oviduct.

Figur 6. Querschnitt des Eierstockes von Figur 5.
Die übrige Bezeichnung ist wie bei Figur 1 und 2.

Figur 7. Untere und mediale Seite des rechten Eierstockes eines 51 Tage alten Fohlens.

Figur 8. Querschnitt des Eierstockes von Figur 7.
Die Bezeichnung wie oben angegeben.

Figur 9. Untere und mediale Seite des rechten Eierstockes eines 62 Tage alten Fohlens.

Figur 10. Querschnitt des Eierstockes von Figur 9.
Die Bezeichnung ist wie bei Figur 1 und 2.

Figur 11. Rechter Eierstock eines gegen 1 Jahr alten Fohlens von unten und hinten gesehen.
i) Oviduct.

Figur 12. Querschnitt des Eierstockes von Figur 11.
Die Bezeichnung wie bei Figur 1 und 2.

Figur 13. Rechter Eierstock eines erwachsenen Pferdes.
a) Ovulationsgrube.
i) Oviduct.
k) Ostium abdominale.

Figur 14. Querschnitt von Figur 13.
l, m, n. Graaf'sche Follikel verschiedener Grösse.
Die übrige Bezeichnung wie oben.

Figur 15. Stück eines senkrechten Durchschnittes vom Eierstocke eines etwa 10 Monate alten Pferdefötus (Figur 1).
a) Zellen des Keimlagers,
b) Blutgefäss,
c) Eihaltiger Ovarialschlauch,

d) Abgeschnürtes Ei,

e) Bindegewebszüge.

Figur 16. Stück eines senkrechten Durchschnittes vom Eierstocke eines 51 Tage alten Fohlens (Figur 7).

a) Zellen des Keimlagers in der Rückbildung,

b) Blutgefäss,

c) Follikel.

Figur 17. Stück eines senkrechten Durchschnittes vom Eierstocke eines 62 Tage alten Fohlens (Fig. 9).

a) Keimepithel,

b) Bindegewebszüge.

Ein historischer Beitrag zur Kenntniss von Torpedo.

Von

Dr. Franz Boll,

Professor an der Universität Rom.

Osservazioni intorno alle Torpedini fatte da Stefano Lorenzini Fiorentino e dedicate al Serenissimo Ferdinando III, Principe di Toscana. In Firenze per l'Onofri 1678. Con lic. de' Super.

Das interessante Buch, dessen vollständigen Titel ich an die Spitze dieses Aufsatzes gestellt, ist eine grosse bibliographische Seltenheit; seit dem 17. Jahrhundert ist das Original wohl von keinem Gelehrten, selbst von Savi nicht eingesehen worden. Dieser Umstand mag die Mittheilung eines kurzen Auszuges aus dem Buche rechtfertigen, welches bis zu Savi's bekannten Untersuchungen[1]) die einzig vollständige Anatomie von Torpedo enthielt.

Bis jetzt waren mir wie allen Fachgenossen, die ich darüber zu sprechen Gelegenheit hatte, die oft citirten Beobachtungen Lorenzini's allein aus dem kurzen lateinischen Auszuge bekannt, der bald nach dem Erscheinen des Originals in den Miscellanea curiosa s. Ephemeridum medico-physicarum annus IX et X, 1680. p. 389 herauskam und der sich auch in Valentini's Amphitheatrum zootomicum (Francof. a. M. 1720. II. 110) wieder abgedruckt findet. Das

---

1) Études anatomiques sur la torpille. In Matteucci's Traité des phénomènes électro-physiologiques des animaux. Paris 1844.

Original habe ich in den Bibliotheken von Bonn, Heidelberg, Berlin und Göttingen vergebens gesucht, und ebensowenig ist dasselbe, wie ich aus mündlicher Mittheilung von F. Leydig weiss, in Tübingen und Würzburg vorhanden. Auch in Italienischen Bibliotheken war bisher mein Suchen vergebens, bis ich neulich durch meinen Collegen Prof. F. Todaro erfuhr, dass in der Biblioteca nazionale in Florenz das einzige ihm bekannte Exemplar des Lorenzini'schen Buches vorhanden und von ihm bei Gelegenheit seiner Arbeit[1]) über die von mir[2]) sogenannten Lorenzini'schen Ampullen der Selachier eingesehen worden sei. Ich benutzte daher einen mehrtägigen Aufenthalt in Florenz dieses Exemplar zu lesen und daraus den folgenden kurzen Auszug anzufertigen.

Lorenzini's Abhandlung, ein stattlicher Quartband von 136 Seiten und 5 Kupfertafeln, beginnt mit der Beschreibung der äusseren Leibesform von Torpedo und schildert mit erschöpfender Genauigkeit die über die Rücken- und Bauchfläche vertheilten Mündungen des Schleimkanalsystems und der Lorenzini'schen Ampullen. Dann beginnt die systematische Zergliederung: Die Haut wird entfernt, ihre Verbindungen mit den unterliegenden Theilen werden genau beschrieben, die Centralmassen der Lorenzini'schen Ampullen werden blosgelegt und der Zusammenhang der letzteren mit den einzelnen auf der Haut frei mündenden Schleimröhren nachgewiesen. Die Thatsache, dass in den aus den Lorenzini'schen Ampullen zusammengesetzten Packeten ein starker Hirnnerv endigt, findet sich bei Lorenzini noch nicht erwähnt und gehört diese Entdeckung mithin unzweifelhaft Monro.

Nur kurz behandelt Lorenzini die Anatomie der elektrischen Organe. Wie sein Lehrer, der grosse Francesco Redi, der Entdecker der elektrischen Organe, nennt auch Lorenzini dieselben „corpi falcati“ (corpora falcata) und erklärt sie für zwei „bellissimi muscoli“. Im Uebrigen sind die anatomischen Verhältnisse der Organe durchaus

1) Memoria sopra i tubi di senso dei Selaci. Messina 1870.

2) Die Lorenzini'schen Ampullen der Selachier. M. Schultze's Archiv f. mikr. Anatomie Bd. IV. 1868, S. 375.

richtig in der Beschreibung, noch besser aber in den Abbildungen der ersten Tafel wiedergegeben, welche in jeder Beziehung als vorzüglich treu und schön bezeichnet werden müssen.

Sehr ausführlich werden dagegen die Eingeweide der Bauchhöhle in Beschreibung und bildlicher Darstellung (Tafel II — IV) behandelt, und zwar zunächst der Verdauungsapparat mit der Leber, dann die Nieren, die Milz und die Geschlechtsorgane. Den Schluss der Anatomie machen Herz, Gefässe, Kiemen und endlich das Nervensystem und das Auge.

Von dem Centralnervensystem von Torpedo giebt Lorenzini eine sehr genaue Beschreibung, sowie auf Tafel V zwei Ansichten, die erste von oben, die zweite von unten, welche als ausserordentlich correct zu bezeichnen sind. Die zu einer rundlichen Masse verschmolzenen beiden Lobi olfactorii werden als „Tubercolo grande" bezeichnet. Die hinter denselben gelegenen Grosshirnhemisphären sind in der Terminologie Lorenzini's das erste und die Lobi electrici das zweite Tuberkelpaar [1]). Die zwischen Grosshirnhemisphären und Lobi electrici gelegene Centralmasse des Centralorgans, welche aus den grossen Corpora quadrigemina nebst dem kleinen Cerebellum besteht, wird von Lorenzini dem Kleinhirn der Säugethiere verglichen. Die drei vordersten Wurzeln der elektrischen Nerven bezeichnet Lorenzini als fünftes Paar und vergleicht sie

---

1) Mithin ist Lorenzini als der erste Forscher anzusehen, der die Lobi electrici s. citrini des Gehirns von Torpedo gesehen, beschrieben und abgebildet hat. Dass er die Bedeutung derselben als eines in dem Wirbelthiertypus ohne Homologie dastehenden Gehirntheiles nicht erkannt hat, darf ihm nach dem damaligen Zustande des vergleichend anatomischen Wissens nicht verübelt werden. Schlimmer ist es, wenn — worauf mich E. du Bois-Reymond aufmerksam machte — noch im Jahre 1832 John Davy (Researches anatomical and physiological, London, 1839. Vol. I.) eine ganz richtige Abbildung des Centralorgans von Torpedo mit den Lobi electrici veröffentlicht, ohne im Text mit einer Silbe die Leistung und Bedeutung dieser Organe zu erwähnen, obwohl damals bereits Alexander von Humboldt längst auf diese einzig in ihrer Art dastehende Eigenthümlichkeit des Torpedo-Gehirns hingewiesen hatte.

dem Trigeminus der Säugethiere, die drei hinteren als sechstes Paar und lässt sie dem achten Paar der Säugethiere, dem Nervus vagus entsprechen, — Bezeichnungen, die auch noch in der Monographie Savi's wiederkehren. Die Beziehungen gerade dieses Nerven zu dem elektrischen Organ, dessen Nervenreichthum Lorenzini ebensowenig wie Redi entgangen ist, scheint dem sonst so umsichtigen Zergliederer nicht aufgefallen zu sein.

Nach dieser vollständigen Anatomie von Torpedo wendet sich Lorenzini physiologischen Erörterungen über die eigenthümliche Wirkung dieser Thiere zu, welche den ganzen Schluss des Werkes ausmachen (S. 104 bis zu Ende). „Alle Autoren stimmen darin überein, dass diese Fische deshalb Torpedini heissen, weil sie die Kraft besitzen, einen torpor in den ihnen benachbarten Körpern zu verbreiten. Aber darin stimmen durchaus nicht alle überein, ob diese Kraft gleichmässig in dem ganzen Körper der Torpedo ihren Sitz habe oder nur in einem einzigen besonderen Körpertheil: Salvianus, dem viele folgen, behauptet, dass diese Kraft in dem ganzen Körper herrsche. Dem entgegen glauben Diphilus, Oppianus und Cardanus, dass dieselbe auf einen einzigen Theil beschränkt sei, ohne jedoch anzugeben auf welchen. Es giebt auch noch andere, welche einen Mittelweg einschlagen und sich weder an die eine noch an die andere Meinung anzuschliessen wagen. Signor Francesco Redi schrieb, es habe ihm so geschienen, als ob die betäubende und schmerzende Gewalt der Torpedo mehr als irgendwo anders ihren Sitz habe in jenen beiden Körpern oder Muscoli falcati, die zwischen Brust und Rücken der Torpedo liegen; doch wagte er „con la sua solita modestia“ diese Behauptung nicht mit Bestimmtheit auszusprechen, sondern gab zu, dass er sich auch geirrt haben könnte, weil er damals nur jene einzige Torpedo untersuchen konnte, von welcher er auch die Anatomie gegeben hat. Ich vermag nach wiederholten und oft wiederholten Versuchen mit Bestimmtheit auszusprechen, dass Redi sich nicht geirrt hat, und behaupte von Neuem, dass die betäubende und schmerzerregende Wir-

kung nirgendwo anders ihren Sitz hat als in jenen beiden oben erwähnten Körpern oder muscoli falcati".

Nach dieser Darstellung Lorenzini's ist also Francisco Redi als derjenige anzusehen, welcher zuerst die Wirkung der Torpedo in das entsprechende Organ verlegt hat. Die betreffende Abhandlung Redi's über Torpedo, eingeschaltet in einen Brief an den Jesuiten Athanasius Kircher[1]), ist ein wahres wissenschaftliches Meisterstück, zumal wenn man berücksichtigt, das alle diese physiologischen und anatomischen Einsichten Redi's nur in einer einmaligen Untersuchung eines einzigen am 14. März 1666 frisch gefangenen Exemplares gewonnen wurden.

Es ist Redi nicht entgangen, dass die Energie der Torpedo-Wirkung durch Ermüdung und bei absterbendem Thiere sehr schnell abnimmt. Die Frage, ob die Torpedo nur bei unmittelbarer Berührung oder auch auf weitere Entfernungen hin wirke, will er nicht entscheiden. Er berichtet die übereinstimmenden Erzählungen der Fischer, dass die Wirkung durch die Stricke des Netzes von der Torpedo auf die Hand und den Arm des Fischers übergehe. „Ja, ein Fischer erzählte mir, dass er eine leichte Lähmung der Hände verspürte, als er einmal auf eine frisch gefangene und in einem Eimer befindliche Torpedo einen Strahl Meerwasser aus einem metallenen Gefässe herabgoss". Redi selber hat niemals, wenn er die Hand in das Wasser hielt, in welchem die Torpedo schwamm, einen Schlag gespürt. „Doch kann es sehr wohl sein, dass, wenn die Torpedo im Meere, bei voller Kraft und noch nicht im Absterben ist, sie in der That alle jene von den Fischern berichteten Wirkungen ausübt."

Nach diesen Bemerkungen theilt Redi eine (mit Ausnahme des Centralnervensystems) vollständige Zergliederung der Torpedo mit, deren Schluss also lautet: „Der ganze Raum zwischen den Kiemen und dem Kopfe wird von einer weichen

---

1) Esperienze intorno a diverse cose naturali e particolarmente a quelle che ci sono portate dall' Jndie fatte da Francesco Redi e scritte in una lettera al Reverendiss. Padre Atanasio Chircher della Compagnia di Giesù. Firenze 1671 S. 47—51.

klaren Substanz eingenommen, welche aus Fasern zusammengesetzt erscheint. Diese Fasern sind von der Dicke einer Schwanenfeder und sind mit Nerven und Blutgefässen ausgestattet. Die Enden dieser Fasern berühren einerseits die Rücken- andererseits die Bauch-Haut und bilden in ihrer Gesammtheit zwei Körper oder — was sie allenfalls sein könnten — Muskeln von sichelförmiger Gestallt (due corpi o musculi, che si siano, di figura falcata)". (Man sieht, Redi ist viel vorsichtiger darin, den elektrischen Organen die Bedeutung von Muskeln zuzuschreiben, als Lorenzini und alle seine späteren Nachfolger, die die Organe kurzweg als Musculi falcati bezeichnen). „Mir schien es damals, als ob in diesen beiden Körpern oder musculi falcati mehr als in irgend einem anderen Theile die schmerzerregende Wirkung der Torpedo ihren Sitz habe, aber ich wage es nicht mit Bestimmtheit zu behaupten und habe mich vielleicht getäuscht."

Diese zweifelnde Vermuthung Redi's mit aller Bestimmtheit ausgesprochen und verfochten zu haben, ist das Verdienst Lorenzini's. Leider sieht man sich in seinem Buche vergebens nach einer methodischen Begründung dieser Behauptung um, und die „wiederholten und oft wiederholten Experimente", von denen Lorenzini spricht, bestehen eben in Nichts anderem, als im Probiren, unter welchen Umständen und bei welcher Berührung die Torpedo die stärksten Schläge zu geben vermag, bei welchem Probiren Lorenzini immer und immer wieder auf die Gegend der elektrischen Organe zurückgeführt wird.

Die Ausführungen Lorenzini's über die Frage, ob der Schlag der Torpedo nur bei unmittelbarer Berührung empfunden werde oder ob er sich auch durch feste Körper, Wasser und Luft fortpflanzen könne, sowie seine Gründe, aus denen er sich für die erste Alternative entscheidet, bieten wenig Interesse. Hingegen dürfte eine andere Bemerkung Lorenzini's oder vielmehr die Thatsache, gegen welche diese Bemerkung gerichtet ist, immerhin einen Platz in der Geschichte der thierischen Elektricität verdienen. Lorenzini erwähnt der Erzählung des in Abyssinien reisenden Jesuiten Godigno, wonach die

in den dortigen Flüssen zahlreich vorkommende Torpedo (d. h. Malapterurus) lebend in einen Korb mit todten Fischen geworfen, die Letzteren wieder zum Leben und zur Bewegung zurückrufen könne [1]). „Dies ist ganz sicher eine Fabel", ist Alles, was Lorenzini hinzufügt, und damit ist die das Leben überdauernde elektrische Erregbarkeit der Muskeln und Nerven, die in der Erzählung Godigno's wohl zum ersten Male in der Literatur auftritt, abgethan und auf fast ein Jahrhundert lang begraben.

Florenz, 24. Dezember 1873.

---

1) Ich habe die Stelle im Original der Godigno'schen Reisebeschreibung gleichfalls in der Biblioteca nazionale eingesehen und theile sie hier mit: „Reperitur etiam in hisce amnibus et lacubus torpedo piscis Philosophorum opinionibus et altercationibus notissimus. — Aethiopes isti superstitiose credunt, valere hunc piscem ad pellendos daemones ex humanis corporibus. Ferunt exploratum (rem ego per me non sum expertus) si inter mortuos pisces vivens torpedo ponatur et inibi se moveat, eos quos tetigerit interno quodam et arcano motu ita cieri, ut vivere videantur. Causam scrutentur, qui rerum naturas investigant, quaerantque, quaenam ea vis motionis sit, quam mortuis piscibus torpedo impertit." (De Abassiniorum rebus deque Aethiopiae patriarchis libri tres P. Nicolao Godigno Societatis Jesu auctore nunc primum in lucem emissi. Lugduni 1615. Superiorum permissu. — Vergl. Athanasii Kircheri magneticum Naturae regnum. Amsterdami 1667. 12 p. 182.)



Ueber Entstehung von Erkältungs-Krankheiten.

Von

Dr. Friedrich Falk,
in Berlin.

Im Verlaufe von Untersuchungen über das Abkühlungsvermögen trockner und feuchter Luft bin ich zu der Frage geführt worden, wie man sich das Wesen der „Erkältung“, dieses so vielfach im täglichen Leben angeführten, mit Recht gefürchteten und doch oft als Erkrankungs-Ursache überschätzten und nur durch Unkenntniss anderer aetiologischer Umstände auf den Schild gehobenen Vorgangs zu denken habe. Ueber das Geschichtliche der Frage ist etwa Folgendes zu erwähnen.

Die alltägliche Beobachtung, dass feuchte Substanzen ihr Wasser an kalte Luft langsamer als an warme abgeben, sowie die häufige Wahrnehmung, dass eine schweissbedeckte Haut bei Einwirkung eines kalten Luftstroms rasch trocken wurde, führten schon vor langer Zeit zu der Anschauung, dass unter dem Einflusse kalter Luftströmung auf den erwärmten Körper die Ausdünstung und hiermit die Ausscheidung schädlicher Substanzen aus dem Organismus erschwert und letztere, im Blute retinirt, allerlei, namentlich auch entzündliche Organ-Krankheiten zur Entstehung und Entwickelung brächten. Gegen diese noch jetzt die Anschauung der Laien und vieler Aerzte

beherrschende Theorie war zunächst einzuwenden, dass das Trocknen der Haut unter Einwirkung des Luftzuges, einer im populären Gefühle nahezu typischen Erkältungs-Ursache, gerade einer durch die beschleunigte Bewegung der Luft-Theilchen gesteigerten Verdunstung zuzuschreiben ist; hierdurch wird gerade die Verdampfung des an die Oberfläche gelangten tropfbar-flüssigen Haut-Secrets besonders gefördert werden, weil hier, im Gegensatze zum übrigen Perspirations-Wasser nicht die hygroskopische Bindung überwunden zu werden braucht. Da ich aber u. a. auch noch in neueren physiologischen Arbeiten Ansichten kennen lernte wie z. B., dass Vergiftungen mit flüchtigen Substanzen in Winterkälte wegen verzögerter Ausscheidung durch Haut und Lungen bedenklicher seien, so habe ich geglaubt einige Versuche hierüber machen zu müssen.

Betreffs der unmerklichen Wasser-Verdunstung der menschlichen Haut hatte Weyrich bei Selbstbeobachtungen gefunden, dass es eigentlich nur die höchsten Temperaturen sind, welche einen Einfluss auf jene Function zu üben scheinen, während die niedrigeren, wie schon Gorter[1]) behauptet hat, und niedrigsten sich offenbar viel indifferenter verhalten;[2]) ich suchte nun die Energie der Lungen-Ausdünstung bei verschiedenen Temperaturen kennen zu lernen, indem ich in den Thier-Organismus flüchtige Substanzen brachte, deren Ausscheidung durch die Lungen sich an dem specifischen Geruch der exspirirten Luft erkennen lässt,[3]) und zwar habe ich zu jenem Zwecke Aether in den Mastdarm gesprizt[4]).

Vorher habe ich Aether in der zur Injection bestimmten Menge im offenen Porzellan-Schälchen am geheizten Ofen, woselbst die Luft 20° C. hatte, nachher dieselbe Menge Aether in demselben Gefässe in einem Nachbarraume bei Lufttemperatur von 4° C. verdunsten lassen und dabei beobachtet, dass im warmen Raume die Verdampfung 7 Minuten früher beendet

1) De perspiratione insensibili 1736.

2) Leipzig 1862 S. 137.

3) Vergl. Milne Edwards, Ann. des sciences naturelles, 1826. V. u. Treviranus in Tiedemann's Zeitschr. f. Physiologie, 1833. V. 2.

4) Valentin, Der Gebrauch des Spectrokospes. Leipzig 1863. S. 139.

war als im ungeheizten. Als ich aber dieselbe Menge Aether demselben Thiere erst in der Nähe des Ofens, dann nach Verlaufe mehrerer Stunden in jenem kalten Raume injicirte, bemerkte ich, dass im letzteren Falle der Aether-Geruch der Exspirationsluft sowie die leichte Narkotisirung nicht merklich später auftrat noch schwand, als im ersteren, schon desshalb nicht, weil in der Kälte die Frequenz, dann die Tiefe der Respirationen zunahm, ausserdem auch bei Einwirkung niederer Luft-Temperaturen die Athemgrösse wächst, was allerdings bei tiefer Narkose, wie Leichtenstern's[1]) Versuche mit Morphium lehren, sich gerade entgegengesetzt verhält. Ausserdem erwähne ich, dass, wenn ich Thiere, welchen ich Aether eingespritzt hatte und deren Ausathmungs-Luft nach Aether roch, aus dem warmen Raum in den sehr kalten brachte, ich höchstens mit Ausnahme einer kurzen Athempause,[2]) keine Unterbrechung in der pulmonalen Ausscheidung des Aethers wahrnehmen konnte.

Durch theoretische Betrachtungen ist auch schon Keill zum Gegner der Retentions-Theorie der Erkältung geworden, und durch Wägungs-Versuche von Berger und de la Roche, welche eine Abnahme in der Gesammtmenge der insensiblen menschlichen Ausscheidungen nachwiesen, wurden noch andere dazu geführt anzunehmen, dass, wenn auch bei einer erkältenden Einwirkung auf den Organismus die Haut-Ausscheidung gehemmt, dafür diejenige durch die Lungen gesteigert würde und hierin die Ursache einer exquisiten Erkältungs-Krankheit, der rheumatischen Pneumonie zu suchen sei.[3]) Dieser Versuch, die Entstehung einer entzündlichen Organ-Erkrankung aus dessen vicariirend gesteigerten physiologischen Function der Wasserabgabe ausschliesslich abzuleiten, erscheint hier ebenso gewagt, wie die analoge Erklärung der Nephritis[4]) gefirnisster Thiere, bei welchen übrigens nie Pneumonien gefunden worden sind.

---

1) Zeitschrift für Biologie 1871 S. 227.
2) Dies Archiv, 1869. S. 236.
3) Foissac, De l'influence des climats sur l'homme. 1837. p. 42.
4) Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften, 1872. S. 529.

Andererseits glaube ich allerdings, dass man bei Erforschung des gesundheits-schädlichen Einflusses vehementer Luftströmungen deren erkältende Wirkungen zu sehr in den Vordergrund gestellt hat, ohne die gleichzeitige Wasserentziehung gerade auch für die Entstehung von Lungen-Krankheiten zu würdigen. In oberflächlichen, wasserreichen und noch dazu oberhautbaaren Organen wie z.B. den Augen, wird jenes Agens allein schon als Entzündungsreiz wirken können. Durch Wägungsversuche vermag man sich zu überzeugen, dass der Wasserverlust einzelner Hautstellen wie eines ganzen Thieres schon durch mässige Strömung der Atmosphäre erheblich stärker als durch Erhöhung der Lufttemperatur und Verminderung ihres Gehalts an Wasserdampf werden kann. —

Der Umstand, dass man so oft sich überzeugt haben wollte, wie in Folge der Abkühlung einer circumscripten peripheren, speciell Haut-Partie Erkrankungen entfernter innerer Organe zu Stande kommen, musste, namentlich nach Entwickelung der Lehre von den Reflex-Vorgängen, zu der Anschauung leiten, dass man es bei den Erkältungs-Krankheiten mit durch Reizung sensibler Haut-Nervenendigungen ausgelösten reflectorischen Processen zu thun habe. Indessen erscheint eine solche Verallgemeinerung nicht statthaft, plausibel eigentlich nur für die sogenannten functionellen Nervenkrankheiten und zwar zunächst für die rheumatischen Lähmungen peripherer Nerven. Ich selbst habe am letzterwähnten Orte gezeigt, wie man durch thermische Reizung sensibler Hautnerven die Thätigkeit einer ganzen Gruppe motorischer Nerven hemmen kann, und so hat man, namentlich auch mit Bezugnahme auf die bekannten, ebenda veröffentlichten Experimente Lewisson's neuerdings angefangen, einen grossen Theil der sogenannten rheumatischen Lähmungen, namentlich auch der unter rheumatischen Einflüssen entstandenen Paraplegien als derartige Reflex-Paralysen zu deuten. Indessen liegt es doch angesichts einzelner genauer untersuchter Fälle von neuerem Datum, welche vor allem den Beweis liefern, dass hier oft ungeahnte, materielle Veränderungen in den motorischen Nervenbahnen des Rücken-

marks die Lähmung bedingten,[1]) zugleich nahe, bei ihnen eine directe thermische Irritation der Medulla anzunehmen.

Während mechanische und elektrische Reizung der Hautnerven-Endigungen besonders leicht Reflex-Bewegung, leichter als Reflexhemmung, hervorruft, so scheint für den Erkältungsreiz eine gewisse Differenz hervorzutreten; wenigstens ist es bei intacter Haut schwer durch erkältende Ursachen Hyperkinesen willkürlicher Muskeln, wie Tetanus, zu erzielen, während der nach Continuitäts-Trennungen derselben so häufig entstehende nicht selten auf thermische Reizung zurückgeführt, von mehreren der traumatische Starrkrampf geradezu als eine Erkältungs-Krankheit aufgefasst wird. Auch nach Haut-Verbrennungen hat man wahrnehmen können, wie Witterungseinflüsse nervöse Zuckungen und psychische Aufregung bei den Verletzten zur Folge hatten.[2])

Indessen ist noch ein weiter Schritt von einer functionellen Störung motorischer Nerven in Folge von Erkältung bis zu einer entzündlichen Erkrankung eines Eingeweides, z. B. der Lungen, durch dieselbe Noxe. Freilich, wenn man die pathologischen Veränderungen in den Lungen nach doppelseitiger Vagus-Durchschneidung auf neuroparalytische Hyperaemie bezieht,[3]) so könnte man versucht sein, eine rheumatische Pneumonie als Folge einer von den sensiblen Hautnerven ausgelösten Dilatation der Lungengefässe aufzufassen.[4]) In der That glaubt Benedict hervorheben zu sollen,[5]) dass der Ausgangspunct für das Verständniss der rheumatischen Processe die Versuche von Brown-Séquard über Reflex-Entzündungen

1) A. Eulenburg, Lehrbuch der functionellen Nervenkrankheiten. 1871. S. 424.

2) Gazette médicale de Paris. 1859. p. 30.

3) Pflüger's Archiv für Physiologie. 1872. Bd. VIII, S. 121.

4) In einer auf reflectorischem Wege durch Temperatur- nnd Witterungs-Einflüsse erzeugten Hyperaemie der Nerven-Centra, welche sich übrigens an der Leiche nicht nachweisen lässt, sucht Heineke die Entstehung des Wund-Starrkrampfes. (Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. 1872. Bd. I. S. 286.)

5) Wiener medicinische Presse. 1873. S. 1086.

in den Brust- und Bauch-Eingeweiden bei experimenteller Verbrennung der unteren Extremitäten bilden, in welchen Versuchen sich herausstellte, dass das Eintreten jener Entzündungen an das Erhaltensein der sensiblen Nerven der unteren Extremitäten und des Rückenmarks gebunden sei. [1]) Indessen besteht doch schon der wichtige Unterschied zwischen Verbrennungen und den gewöhnlichen Erkältungen, dass bei jenen in Folge der höheren Temperatur histologisch-chemische Veränderungen des Blutes eintreten, welche ich sowie W. Hofmann [2]), als die Hauptursache der Pneumonien Verbrannter betrachten, und deren Bedeutung auch Brown-Séquard nicht verschweigt. Zur vollen Verwerthung jener Verbrennungs-Experimente nach dieser Richtung wäre erst das Ergebniss eines grausamen Versuches abzuwarten, welcher darin bestände, die unteren Extremitäten, nach ihrer Amputation mit alleiniger Erhaltung der Continuität der grösseren Nervenstämme zu verbrennen.

Auch die trophischen Nerven sind nicht vergessen worden, obwohl sie sich noch kein dauerndes Bürgerrecht in der Physiologie erworben haben. Heymann erklärt: „wenn die rheumatische Reizung der sensiblen Nerven in den Central-Organen auf benachbarte oder entfernte trophische Nerven übertragen wird, so können durch den Reizungs-Zustand der letzteren die von ihnen versorgten Organe und Gewebe in Zustand entzündlicher Ernährungsstörung gerathen.“ [3])

Die Retentions-Theorie der Erkältung schien eine besondere Stütze in den bekannten Firnissungs-Versuchen zu finden, deren deletäre Folgen man ja auch von der Zurückhaltung excrementitieller Stoffe ableitete. Der bekannte Melloni'sche Versuch, wonach, wenn man einen blanken metallischen Körper mit einer dünnen Firnissschicht überzieht, dessen Wärme-Ausstrahlungsvermögen zunimmt, hätte aber schon lange auf die Störungen in der Wärme-Oekonomie gefirnisster Thiere hinweisen können. Nachdem Rosenthal die Bedeutung des

1) Leçons sur les nerfs vasomoteurs. 1872. p. 64.
2) Prager Vierteljahrsschrift. 1870. I. S. 6.
3) Klinische Wochenschrift. 1872. S. 447.

vermehrten Wärmeverlustes in Folge veränderter Blutcirculation in der Haut hervorgehoben, konnte es nicht ausbleiben, dass auch für das Zustandekommen von Erkältungs-Krankheiten die Alteration der Hautgefässe in Anrechnung gezogen wurde; es ist dies nach zwei entgegengesetzten Richtungen geschehen. Hermann erblickt die Hauptgefahr der Einwirkung kalten Wassers auf grössere Hautbezirke in der Verengerung der Hautgefässe mit consecutiver Blut-Drucksteigerung und collateraler Hyperaemie innerer Organe. In gleicher Weise erklärt Pettenkofer[1]) die schädliche Wirkung kalter Zugluft. Ich selbst habe zwar schon früher einige Bedenken gegen eine Ueberschätzung dieses Moments geäussert und erörtert, wie man den plötzlichen Tod bei intensiver Kälte-Einwirkung auf die Haut noch auf andere Weise ohne die Annahme einer durch Sectionen nicht durchweg bestätigten Hirngefäss-Zerreissung erklären kann;[2]) immerhin kann man aber eine Bekräftigung der Hermann'schen Experimente in der allerorten statistisch[3]) erwiesenen Thatsache erkennen, dass Apoplexien in der kälteren Jahreszeit beträchtlich häufiger vorkommen. Nur ist Erkältung nicht mit plötzlicher Abkühlung identisch und es besteht zunächst doch noch ein wesentlicher Unterschied zwischen einer sofortigen Ruptur kranker Gefässwände und einer sich relativ langsamer entwickelnden katarrhalischen oder noch schwereren Erkrankung eines bis dahin gesunden Organs; ausserdem bedarf es bei jenen, um es kurz zu bezeichnen, „Kälte-Apoplexien“ nicht einer gleichsam mittelbaren cerebralen Irritation, es ist die Annahme einer die Schädelkapsel direct treffenden Abkühlung nicht ausgeschlossen.

Für eine andere Erklärung des Erkältungs-Vorgangs geht Rosenthal[4]) von der von Hoppe und ihm beobachteten Thatsache aus, dass die Temperatur der Säugethiere nach dem

---

1) Ueber das Verhalten der Luft zum Wohnhause des Menschen. S. 72.

2) Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin. 1872. S. 37.

3) Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für öffentliche Gesundheitspflege. Sitzuug vom 17. März 1874.

4) Zur Kenntniss der Wärmeregulirung u. s. w. 1872. S. 21.

Uebergange aus heisser Luft in die gewöhnliche, mitteltemperirte Zimmerluft nicht bloss auf die Norm, sondern sogar beträchtlich unter diese sinkt. Rosenthal meint, dass beim Menschen auf diese Weise, wenn der erhitzte Körper unvermittelt der Kälte ausgesetzt wird, das so jäh abgekühlte Blut aus den noch relaxirten Gefässen der Oberfläche in die inneren Organe zurückströmend, durch deren plötzliche Abkühlung pathogenetisch wirke. Auf die erkältende Wirkung des von der Peripherie zurückkehrenden Blutes bezog schon Keill die rheumatischen Entzündungen innerer Organe; und dafür, dass auf diese Art gerade Krankheiten des Athmungs-Apparates erzeugt werden, könnte vielleicht ein von Goltz[1]) gelegentlich beschriebener Versuch herangezogen werden, in welchem nach Mark-Durchschneidung die Abkühlung des (Rectal)-Blutes um etwa 1 Grad in Folge der Durchnässung grösserer Hautflächen reflectorisch Husten auslöste. Zu beachten ist dann auch, dass, wie schon Hales nachwies, abgekühlte Flüssigkeiten langsamer strömen. Nach dieser Theorie würde aber die Erkältung beim Uebergange aus mittlerer in sehr kalte Temperatur nicht recht erklärlich, denn hier haben wir keine dilatirten Blutgefässe und wenn wir Thiere aus der mittleren Zimmertemperatur an trockne oder feuchte Winterluft brachten, war nach Verlauf von 50 Minuten die Rectalwärme nur um 1, bez. $^2/_{10}{}^0$ gesunken. Bleiben aber nach Einwirkung heisser Luft die Blutgefässe in der That noch in der Kälte erweitert, so wäre allerdings zu berücksichtigen, dass nach Experimenten von Jacobsohn und Landré schon bei localisirter Gefässlähmung nach Hals-Sympathicus-Durchschneidung die Körper-Temperatur mehrere Stunden um 1 bis 2^0 gesunken bleiben kann.[2]) Wenn ich aber ein Kaninchen 20 Minuten dicht am Ofen gehalten hatte, so dass, Dank namentlich der strahlenden Wärme, sich das Ohr brennend heiss anfühlte und seine Gefässe auffällig erweitert zeigten, und nun in einen „zugigen" Raum, woselbst die Lufttemperatur 4^0 betrug, brachte, so blieben die Ohrgefässe nur

1) Pflüger's Archiv a. a. O. S. 121.

2) Henle's und Meissner's Jahresbericht der Anatomie und Physiologie. 1866.

vorübergehend erweitert und bald waren die Gefäss-Durchmesser wieder die ursprünglichen, um dann schnell auffallend eng und bloss zu werden. Analoges kann ich bei mir und anderen beobachten, wenn man mit erhitzt geröthetem Gesichte in kalte Zugluft kommt. Aehnliches haben auch Hastings[1]) und ich an der Schwimmhaut des Frosches beobachtet, wenn auf eine gleich lange Application warmen Wassers die Einwirkung von Eis folgte, wie ich auch vom Ergotin nachgewiesen habe, dass die durch dasselbe bewirkte Gefässverengerung an vorher durch hohe Temperatur[2]) erweiterten Adern besonders deutlich zu Tage tritt.

Ich halte dann auch eine Gefäss-Fülle der Haut, selbst wenn die Körpertemperatur etwas unter der Norm ist, eher geeignet ein subjectives Hitzegefühl als ein Schaudern hervorzurufen, welches letztere man doch so oft empfindet, wenn man aus einem heissen Zimmer in eine kühlere Umgebung tritt; und ältere Leute sind im Winter leicht durch Apoplexie gefährdet, wenn sie aus den geheizten Zimmern an die Strassenluft kommen. Andererseits habe ich oft genug, wenn ich Thiere, welche längere Zeit in kalter Winterluft belassen waren, in den geheizten Raum brachte, wobei ich selbst an exponirten Körpertheilen ein brennendes Gefühl bekam, die Rectal-Temperatur der Thiere jetzt noch einige Zeit hindurch sinken sehn,[3]) und doch wird niemand im Ernste von dieser Art Temperatur-Wechsel eine organische Erkältungs-Krankheit ableiten wollen. Angesichts aller dieser Theorien möchte ich doch an die Worte Bärensprung's erinnern, dass, „um die Krankheiten zu erklären, welche die nächste und unzweifelhafteste Folge plötzlicher Abkühlung des erhitzten Körpers zu sein pflegen, es weder einer Nervensympathie, noch unbekannter deletärer Stoffe, noch überhaupt der Annahme von Metastasen

1) Heusinger in Meckel's deutschem Archiv für Physiologie. 1820.

2) Virchow's Archiv u. s. w. Bd. 53. S. 57.

3) Es dürfte dies der einzige Umstand sein, welcher die so verbreitete Scheu vor schneller Erwärmung Erfrorener rechtfertigen könnte.

oder Metaschematismen bedarf,"[1]) da es sich um Affectionen oberflächlicher Gewebe handelt. Die Ableitung rheumatischer Erkrankung peripherer Muskeln und Nervenstämme, sowie der Respirations-Schleimhäute von directer Insultirung durch Kältereiz hat nie Beanstandung gefunden; für alle Erkältungs-Krankheiten der Athemwege, von einfachem Katarrh bis zu schwerer Entzündung kommt es in wesentlichen Betracht, dass sie allen Temperatur-Schwankungen der Atmosphäre unmittelbar exponirt sind, und bekannt ist, dass z. B. Kinder mit Wolfsrachen sehr leicht von Pneumonie ergriffen werden. Wenn man nun aber auch bei Krankheiten anderer innerer Organe, des Gehirns, der Medulla, der Milz, bei Erschlaffung der Darmringmuskeln, die Kälte local zu therapeutischen Zwecken auf die das betreffende Organ bedeckenden Hautpartien applicirt, so, glaube ich, kann man sich doch auch ganz gut vorstellen, dass, ungeachtet der schlechten Wärmeleitungsfähigkeit thierischer Gewebe, welche ich übrigens nach einigen Versuchen nicht so ganz zu unterschätzen geneigt bin, die Kälte Krankheit erzeugend auf jene Organe einwirkt, z. B. die Verdunstung grösserer Schweissmengen bei bewegter Luft der näheren Umgebung, also auch den unter den schwitzenden Hautpartien belegenen Organen, beträchtliche Wärmemengen entzieht und diese „erkältet." Das kindliche Gehirn, namentlich seine Häute, welche durch die dünne Kopfhaut und die offenen Fontanellen gegen Temperatur-Einflüsse wenig geschützt sind, werden häufig Sitz von Blutergüssen und entzündlichen Processen, also eine directe, keine reflectorische Irritation. Ein Organ, welches, namentlich wenn schon erkrankt, sehr empfindlich gegen Kälte ist, andererseits auch in pathogenetischem Connex mit entfernteren Organen gefunden wird, so dass durch seine Irritation selbst ausgedehnte nervöse Affectionen reflectorisch ausgelöst werden können, ist das Ohr. Wird dies aber einer erkältenden Ursache ausgesetzt, so erkrankt es selbst, oft sehr intensiv, aber reflectorische Erkältungs-Krankheiten anderer Organe sieht man dann ebenso wenig entstehen, wie etwa das Ohr selbst in Folge von Erkältung

---

1) Die Hautkrankheiten. 1859. S. 62.

anderer Körpertheile nachweislich erkranken. Dass die Haut selbst, obwohl meist zunächst von der Erkältung getroffen, doch seltener rheumatisch erkrankt, liegt einerseits daran, dass sie in der Norm eine niedrigere und wechselndere Temperatur als die inneren Organe besitzt und die oberste Schicht gefässlos ist, andererseits an ihrem festen Gefüge; ist dieses durch traumatische oder spontane Krankheits-Processe gelockert, so sieht man auch die Haut in Folge thermischer Einwirkungen in Gestalt der Rose entzündungs-artig erkranken. In ähnlicher grob mechanischer Weise mit der Auflockerung und Volums-Zunahme der peripheren Gewebs-Schichten, erkläre ich mir, dass kleine Säugethiere nach längerer Einwirkung feuchter Luft den atmosphärischen Einflüssen leicht erliegen und die feuchte Kälte sie mehr angreift als die trockene, obwohl diese die Körper-Temperatur mehr herabdrückt; ich fand denn öfters pleuritische Ergüsse; die feuchte Kälte ist, wie der populäre Ausdruck es anschaulich bezeichnet, durchdringender.[1]) Dass aber auch z. B. eine ganz andere Reizungs-Ursache für ein inneres Organ vorliegen kann, wo man besonders versucht wäre, eine rheumatische Entzündung desselben in Folge von Hautdurchnässung anzunehmen, habe ich schon an einem anderen Orte erwiesen.[2]) — Gegen die hier vorgetragene Theorie der directen Erkältung scheint namentlich die allgemein verbreitete Ansicht zu sprechen, dass man sich allerlei Leiden innerer Organe durch „kalte oder nasse" Füsse holen kann. Ich glaube nun, dass man sich oft nur durch das Frostgefühl der Füsse verleiten liess, hier die Erkrankungs-Pforte zu suchen, wo die übrige Körper-Oberfläche ganz gut als solche gelten konnte. Unsere Füsse sind gewöhnlich mit schlechteren Wärmeleitern als der übrige Körper in Berührung, aber die Temperatur der unteren Luftschichten, welche uns umgeben, ist wesentlich durch die Wärme-Mittheilung und Strahlung des Bodens beeinflusst. Das Frostgefühl in einzelnen Theilen wie

---

1) Ganz ähnlich verhält es sich mit der Gefahr der Erkältung bei schwitzender Haut.

2) Virchow's Archiv u. s. w. 1869. Bd. 47. S. 259.

im ganzen Körper ist aber überhaupt ein unsicherer Führer; vom Fieberfrost abgesehen, war es bei jenen der Kälte exponirten Thieren sehr bedeutend und doch war der Temperatur-Abfall im Rectum unerheblich. Indessen will ich die Entstehung von Erkältungs-Krankheiten von jenem Punkte aus, überhaupt ihre reflectorische Genese, ebenso wie dies Runge[1]) thut, nur einschränken, nicht gänzlich zurückweisen; nur werden bei der geringen äusseren Oberfläche der Füsse, ihrem nicht überreichen Gehalt an Blutgefässen, ihrer Entfernung von inneren Eingeweiden diesen nicht etwa durch abgekühlt zuströmendes Blut Gefahr drohen, sondern hier nur nervöse Reflexe die Erkrankung übermitteln. Der Tod durch Erfrieren, gewiss vornehmlich Wirkung des von der Peripherie abgekühlt zu den Central-Theilen fliessenden Blutes, tritt in Folge einer localen Frosteinwirkung auf die Füsse bei Menschen kaum ein.

Fraglich bleibt nur: wie hat man sich den anatomischen Hergang bei der reflectorischen sowohl wie bei der directen Entstehung rheumatischer Krankheiten zu denken? Für die functionellen Störungen oberflächlicher Organe, z. B. der Nerven, genügt es vielleicht einen die chemische Structur unmittelbar alterirenden paralysirenden Einfluss der thermischen Noxe zuzulassen, namentlich wenn der causale Temperatur-Unterschied ein äusserst beträchtlicher und lang anhaltender war; sehen wir doch auch an oberflächlichen Pflanzentheilen, dass sie in Folge plötzlicher grosser Temperatur-Schwankungen atrophischen Processen leicht erliegen, auch bei den ihre Gesundheit an sich nicht gefährdenden Temperaturgraden; für die Genese exsudativer Erkrankungen innerer Körpertheile wird man nicht umhin können, der Beeinflussung der Gefässe durch die Kälte einen hohen Rang einzuräumen.

Scheinbar widersprechende Wirkungen directer oder reflectirter Erkältung auf die Gefässe werden wahrgenommen: auf der einen Seite wird oft genug berichtet, dass bei Frauen, welche sich während der Katamenien erkälteten, die Menses cessirten, andererseits soll die zu energische Anwendung der

1) Deutsches Archiv für klinische Medicin. Bd. XII. S. 217.

Kaltwassercur bei Typhösen Darmblutungen begünstigen; beides ist nur in der Art zusammenzureimen, dass der Kältereiz, wie so häufig, auf die hierfür dem Anscheine nach besonders empfindlichen glatten Muskelfasern, dort in der Uterus-, hier in der Darmwand, dort unerwünscht styptisch, hier, Angesichts der Ulcerations-Processe, in bedenklicher Art, die Peristaltik anregend wirkte. So knüpfe ich denn auch für die organischen Erkältungs-Krankheiten an die durch directe oder reflectorische Erregung glatter Muskelfasern, beziehungsweise vasomotorischer Nerven bewirkte Gefässverengerung an; sie kann unter Umständen, obwohl mehrere Organe in gleicher Weise gefährdet erscheinen, doch gerade nur in einem bestimmten Organe Platz greifen, wenn dessen Gefässnerven besonders erregbar sind. Die Verschiedenheit der Individualitäten überhaupt, wie der einzelnen Organe eines und desselben Individuums ist ja wesentlich in der Differenz der Erregbarkeit der Nerven begründet. Für die Gefässe der Respirations-Schleimhäute dürfte noch hinzukommen, dass sie sich schon in der Norm durch Contact mit der Atmosphäre in einem stärkeren Contractions-Grade befinden. Bei directer Einwirkung der Kälte kann es auch auf physikalischem Wege, durch Verminderung der Elasticität in der Wandung, zu Verengerung feiner Gefässe kommen und es werden dann auch die der Muscularis baaren Gefässwände in Mitleidenschaft gezogen werden. Wenn, wie ich mich öfters überzeugt habe, auf Kälte die Gefässverengerung nicht immer so prompt erfolgt wie die Zusammenziehung der Haut- und Darm-Muskeln, so liegt dies einerseits daran, dass die Erregbarkeit in Gefäss-Nerven eine andere ist als in denen anderer organischer Muskeln, wofür auch sonst noch Beweise vorliegen,[1]) theils daran, dass dort neben dem physiologischen Vorgange ein physikalischer anzunehmen ist. Indem nun die Gefässe auf grössere Strecken in einem die Reizung zu überdauern fähigen Zeitraume enger werden, nimmt die Menge des durch sie strömenden Blutes ab, oder seine Geschwindigkeit zu. Hierdurch ist eine Quelle für Behin-

1) Archives de physiologie. 1874, Nr. 2 et 3, p. 373.

derung der Zufuhr von Ernährungs-Material und Beeinträchtigung des Stoffwechsels geschaffen, und schon dadurch Veranlassung zu functionellen Störungen, in Nerv und Muskel zu neuralgischen und paretischen Symptomen gegeben. Für anatomisch schwerere Laesionen kommt aber in wesentlichen Betracht, dass oberhalb der verengten Gefäss-Provinzen sich Stauung und Blutfülle entwickeln[1]). Nicht blos das Raisonnement, sondern auch die directe Beobachtung kann dies lehren, ebenso wie, dass bei jeder plötzlichen Verengerung des Lumens einer Röhre auch dort, wo sich diese wieder erweitert, ein Widerstand mit Verlust von Triebkraft sich entwickelt, wie endlich auch, dass in venösen Gefässen schon eine mässige anhaltende Irritation der Wandung eine Dilatation hervorrufen kann. Die deletären Consequenzen aller dieser Strömungshindernisse können bei normaler oder gesteigerter Herzthätigkeit sowie bei hohem Blutdruck wohl verhütet werden. Sind diese aber durch irgend eine Ursache geschwächt, so wird die Blutströmung namentlich in den vor den verengten Gefässen belegenen Partien der Blutbahn durch Aenderung der Filtrations- und Diffusions-Vorgänge zum Austritt von Blutbestandtheilen führen, welche zur normalen Ernährung der Gewebe nicht dienen und in diesen Krankheits-Processe hervorrufen können, die je nach Art der exsudirten oder emigrirten Elemente verschieden benannt und gewürdigt werden. Die Bedeutung, welche wir hiernach der Herzthätigkeit und dem Verhältniss des Blutdrucks zu den Circulations-Widerständen für die Folgen einer Erkältung beilegen, erklärt die Richtigkeit des schon von Corrigan aus der Erfahrung abstrahirten Satzes, dass die Erkältung besonders dann schädlich sei, wenn sie den erhitzten und zugleich ermüdeten Körper trifft; es steht mit obigem ferner in Einklang, dass geschwächte, bettlägerige Personen besonders empfindlich gegen Erkältung sind; endlich harmonirt damit die Thatsache, dass schwerere, d. h. grössere anatomische Läsionen erzeugende Erkältungs-Krankheiten besonders

1) Auch Winternitz scheint auf diesen Umstand ein besonderes Gewicht für die Genese rheumatischer Krankheiten zu legen (Sitzung des ärztlichen Vereins in Wien am 8. November 1873).

leicht im Gebiete von Gefässen sich entwickeln, in denen, wie z.B. in der Pulmonal-Arterie und den die Harnkanälchen umspinnenden Geflechten, der Blutdruck schon in der Norm ein verhältnissmässig geringer ist. Bedeutungsvoll ist für die Natur des Krankheits-Productes der Erkältung die Structur der einzelnen Gewebe. Abgesehen von einer nicht näher definirbaren oder erklärlichen Vulnerabilität eines Organs ist namentlich für dessen entzündlich-rheumatische Erkrankung noch der Gefäss-Anordnung, wie der Menge und Beschaffenheit der Collateral-Bahnen, desgl., ein hoher Werth beizumessen. Solche Verengerungen der Gefässe auf grössere Strecken, wie sie bei jähem Temperatur-Wechsel entstehen, sind in gewisser Hinsicht mit partiellen Thrombosirungen zu vergleichen; nahe liegt es demnach, hier auf die Ergebnisse der Cohnheim'schen Untersuchungen über den embolischen Process Bezug zu nehmen; und da erscheint es mir als eine nicht zu unterschätzende Thatsache, dass gerade dieselben Organe, in welchen Embolien am leichtesten zu hämorrhagischen Infarcten führen, auch diejenigen sind, welche in Folge heftiger Erkältungen mit Vorliebe entzündlich erkranken, wie Lunge, Nieren, Gehirn (und Retina) so dass für beide Vorgänge die anatomische Disposition in der Gefäss-Anordnung gegeben ist.

Wir wissen aber durch die Arbeiten desselben Forschers, dass bei der Entstehung entzündlicher Erkrankungen eine noch nicht genauer ergründete Alteration der Gefässwand eine grosse Rolle spielt. Nun, ein schneller Wechsel der Temperatur erscheint an sich schon wohl geeignet, die Structur und Function der Gefässwand zu schädigen; besonders leicht wird dies aber der Fall sein können, wenn mit der Abkühlung ein nennenswerther Grad von Wasserentziehung verbunden ist, wie dies durch eine typische Erkältungs-Ursache, nämlich anhaltende kalte Zugluft ermöglicht ist. Da nun eine derartige Alteration der Gefässwand nur durch directe Erkältung, kaum auf irgend welchem reflectorischen Wege möglich sein dürfte, so möchte ich auch hieraus Bedenken gegen die Entstehung entzündlicher Erkältungs-Krankheiten eines inneren Organs in Folge thermischer Irritation entfernter Hautbezirke entnehmen. Wohl aber ist

nach der Anschauung, dass für die Genese von Erkältungskrankheiten das Schwergewicht auf die hämodynamischen Störungen in den oberhalb und den jenseits der verengten Haut- und subcutanen Gefässe gelegenen, diesen das Blut zu und von ihnen hinwegführenden Stämmen und Stämmchen fällt, die Annahme zulässig, dass z. B. zur Erzeugung rheumatischer Entzündungs-Prozesse in Hirn und Rückenmark die thermische Reizung unmittelbar nur bis in die weichen und harten Bedeckungen der Nerven-Centralorgane zu reichen braucht.

Physiologische und anatomische Untersuchungen über die sensiblen Nerven der Muskeln.

Von

CARL SACHS.

Von der medicinischen Facultät der Universität zu Berlin gekrönte Preisschrift.

Die Frage, ob eine Sensibilität der Muskeln bestehe, vermittelt durch eigenthümliche in denselben endigende Nervenfasern, muss nach dem bisherigen Stande der Forschungen als unerledigt bezeichnet werden. Zwar ist die Wahrscheinlichkeit zu Gunsten einer bejahenden Beantwortung dieser Frage die bei Weitem grössere, und die Mehrzahl der Physiologen urtheilt längst in solchem Sinne. Doch hat man sich mit Unrecht daran gewöhnt, diese Auffassung als bereits gesichertes Eigenthum der Wissenschaft anzusehen. Namentlich der bestimmte anatomische Nachweis sensibler, in den Muskeln endigender Nervenfasern fehlte bisher vollständig, auch haben sich selbst gewichtige Stimmen zu Gunsten der entgegengesetzten Auffassung erhoben, ich erinnere nur an die Schiff's.

Unter diesen Umständen erschien eine erneute Bearbeitung der wichtigen Frage, behufs definitiver Entscheidung derselben, höchst wünschenswerth. Durch die Resultate der vorliegenden Untersuchungen ist eine solche definitive Entscheidung gegeben, und zwar nach anatomischer wie physiologischer Rich-

tung hin. Was mich zu diesem Ausspruch berechtigt, ist der Umstand, dass ich durch eine Reihe verschiedenartiger Methoden zu demselben Ziele gelangt bin. Anfänglich rein anatomisch verfahrend, fühlte ich mich binnen Kurzem dazu gedrängt, diesen Standpunkt zu verlassen. Ich gewann bald die Ueberzeugung, dass auf dem alleinigen Wege des mikroskopischen Betrachtens die Angelegenheit nicht wesentlich gefördert werden könne, und versuchte es daher, durch Combination anatomischer und physiologischer Verfahrungsweisen zu einer Entscheidung zu gelangen. Die so erzielten Ergebnisse dürften in der That hinreichen, um die Angelegenheit in's Reine zu bringen. Ich beabsichtige, dieselben in drei rasch aufeinanderfolgenden Abhandlungen mitzutheilen, von denen die vorliegende ausser einer gedrängten historischen Uebersicht einen Theil der experimentellen Ergebnisse enthält.

I. Der Muskelsinn.

Historisches und Kritisches.

Aus der reichen Litteratur über unseren Gegenstand hebe ich in Folgendem das Bemerkenswertheste pro et contra hervor.

Bichat[1]) sagt: „Die thierische Empfindlichkeit ist in den „Muskeln im gewöhnlichen Zustand sehr dunkel. Bei Ampu„tationen, und bei Versuchen an lebenden Thieren der Quere „nach durchschnitten, erregen sie keine sehr merkliche unan„genehme Empfindung. Nur wenn ein Nervenfaden getroffen „wird, äussert sich ein merklicher Schmerz; das eigenthümliche „Gewebe der Muskeln selbst ist wenig empfindlich. Gewisse „Reizmittel verursachen gleichfalls keinen merklichen Schmerz. „Indessen sind die Muskeln der Sitz einer eigenthümlichen „Empfindung, der der Müdigkeit nach wiederholten Zusammen„ziehungen.“

Bell[2]) sprach sich, aus anatomischen Gründen für die Sensibilität der Muskeln aus. Er stützte sich auf die von Monro und Meckel constatirte Thatsache, dass ein grosser

1) Allgemeine Anatomie, übersetzt von Pfaff. Bd. II. S. 212.

2) Ch. Bell's Untersuchungen des Nervensystems, übersetzt von Romberg. S. 185.

Theil der sensiblen Trigeminusfasern in den Muskeln des Gesichts sich verbreitet.

Nach ihnen war es E. H. Weber[1]), welcher gewichtige Gründe für diese Meinung beibrachte. Dass die Muskeln, selbst abgesehen von den Empfindungen, welche die Contraction hervorruft, der Sitz sensibler Erregungen sind, ergiebt sich nach ihm sowohl aus pathologischen Erfahrungen, als besonders aus den nach lange fortgesetzter Thätigkeit eines Muskels auftretenden Erscheinungen. Wenn wir längere Zeit den Arm ausgestreckt halten, so treten nach einander die Empfindungen der Anstrengung, Ermüdung und des Schmerzes auf. Letzterer persistirt noch längere Zeit nach der Anstellung des Versuches; er zeigt sich in ähnlicher Weise nach allen anhaltenden Muskelactionen (Reiten, Marschiren). Der Grund ist in einer Mischungsänderung des Gewebes zu suchen. (Den Widerspruch, der darin liegt, dass die blosse Mischungsänderung eine sensible Erregung setzt, während so intensive Reize, wie Brennen, Durchschneiden der Muskeln dies nicht vermögen, hat später Ludwig[2]) durch den Vergleich mit anderen sensiblen Regionen, wie der Magenschleimhaut, zu lösen gesucht.) Ausserdem beweisen die Versuche Weber's, dass wir das Maass des Widerstandes, welchen die Contraction eines Muskels zu überwinden hat, abzuschätzen im Stande sind. Er bestimmte die Feinheit dieses Unterscheidungsvermögens, welches als „Kraftsinn" zu bezeichnen ist, indem er Gewichte heben liess, welche in einem Tuch enthalten waren. Die Zipfel dieses Tuches wurden mit einer viel grösseren Kraft gepackt, als nöthig gewesen wäre. Die Mitwirkung des Drucksinnes der Haut wurde so in zwar nicht absoluter, aber doch für diese Versuche vollkommen genügender Weise eliminirt, und es zeigte sich, dass die meisten Personen noch Gewichte im Verhältniss von 39 : 40 zu unterschei-

---

1) E. H. Weber, „Der Tastsinn und das Gemeingefühl" in Wagner's Handwörterbuch der Physiologie u. s. w. Bd. III. 2. S. 580.

2) Lehrbuch der Physiologie Bd. I. S. 362.

den vermögen, während die Feinheit des Drucksinnes der Haut eine weit geringere ist (29 : 30). — Weit weniger beweisend sind diejenigen Versuche Weber's, wobei der Arm über eine Stuhllehne herabhing und Gewichte an ihm befestigt wurden. Offenbar werden hier nicht nur die Muskeln gedehnt, sondern auch Bindegewebe, Fascien, Haut und vor Allem die Gelenkkapseln, welche reich an Nervenendigungen sind: alle diese Theile können mitempfinden, und die Versuche beweisen daher Nichts. — Sodann macht Weber auf die heftigen Schmerzen aufmerksam, welche bei intensiven, krampfhaften Contractionen der quergestreiften, wie der glatten Muskeln entstehen; die Erscheinungen beim Wadenkrampf und Tetanus, die Wehen des Uterus, die Schmerzen bei Kolik, bei Tenesmus im Rectum sind Belege hiervon.

Du Bois-Reymond[1]) hat den an sich selbst beobachteten eigenthümlichen Fall von Hemikrania in einer seitdem allgemeiner verwertheten Weise erklärt durch die Annahme eines Tetanus im Bereiche des Hals-Sympathicus. Für die Erklärung der auftretenden Schmerzen nahm er die Sensibilität der glatten Muskelfasern der Gefässe in Anspruch und machte bei dieser Gelegenheit zuerst die Meinung geltend, dass die Empfindung der Contraction durch den Druck der Muskelfasern auf die zwischen ihnen gelegenen sensiblen Nervenendigungen zu Stande komme, eine Meinung, welche uns späterhin von Bedeutung sein wird.

Brown-Séquard[2]), indem er übrigens die Empfindlichkeit der Muskeln und das Vorhandensein sensibler Muskelnerven für unzweifelhaft erklärt, stellt bezüglich des erregenden Agens eine andere Hypothese auf, welche freilich gänzlich aus der Luft gegriffen ist. Er meint, es sei die negative Stromesschwankung im Muskel, welche die sensiblen Nervendesselben errege. Ich komme hierauf später noch zurück.

Dass es nicht allein die Haut ist, vermöge deren wir uns der Lage unserer Gliedmaassen bewusst sind, hat Claude

1) Dies Archiv 1860, S. 461.

2) Lectures on the physiology and pathology of the central nervous system. p. 6 seqq.

Bernard[1]) durch einen Versuch gezeigt. Er fand, dass bei Fröschen, denen man die Haut abgezogen hat, die Fähigkeit des Schwimmens, Springens u. s. w. nicht wesentlich alterirt ist; wohl aber tritt eine wesentliche Beeinträchtigung der Coördination ein bei Durchschneidung der hinteren Wurzeln des N. ischiadicus. Ich habe diesen Versuch selbst wiederholt, auch theilt mir Herr Prof. Munk mit, dass er denselben in seinen Vorlesungen über Nervenphysiologie alljährlich demonstrire, stets mit sicherem Erfolge. Eine ältere, im entgegengesetzten Sinne lautende Angabe von Arnold[2]) muss daher auf Täuschung beruhen.

Ausser den Hautnerven sind noch andere sensible Apparate als anatomisches Substrat des Muskelsinnes angesehen worden; so hat namentlich Rauber[3]) die von ihm entdeckten, in der Nähe vieler Gelenke sich vorfindenden Vater'schen Körperchen in diesem Sinne gedeutet.

Leyden,[4]) in seinen verschiedenen Publicationen, bekennt sich zu der Ansicht, dass die Muskeln sensible Nerven besitzen, welche durch die hinteren Wurzeln das Rückenmark verlassen. Die Schwächung, resp. Lähmung des Muskelsinnes liefert das klinische Bild der Ataxie. Der Ataktische empfindet die Contractionen seiner Muskeln nicht; passive Bewegungen, die mit seinen Beinen ausgeführt werden, vermag er nur unvollkommen oder gar nicht zu wiederholen. Dagegen ist die Fähigkeit Gewichte abzuschätzen häufig nicht afficirt, selbst in Fällen, wo die völlig anästhetische Haut zu dieser Schätzung nicht das Mindeste beiträgt. Dieses Schätzungsvermögen, den sog. Kraftsinn, glaubt Leyden daher als eine Function des Sensoriums ansprechen zu müssen. Offenbar

---

1) Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux. 1858 p. 254.

2) Ueber die Verrichtungen der Rückenmarks-Nerven. 1844, S. 144.

3) Vater'sche Körperchen der Bänder- und Periostnerven, und ihre Beziehung zum sog. Muskelsinn. Diss. Inaug. 1865.

4) Ueber Muskelsinn und Ataxie. Virchow's Archiv, Bd. 47, S. 321 ff.

hat er das sog. centrale Innervationsbewusstsein im Sinne, obgleich er sich dieses Ausdrucks nicht bedient. Die Bemerkung, dass man jene centrale (ohne Erregung sensibler Nerven erfolgende) Schätzung als Theilerscheinung des psychophysischen Geset zesvon Fechner aufzufassen habe [1]), ist völlig unzutreffend.

Es dürfte von Interesse sein, die Meinungen einiger Unbetheiligter aus verschiedenen Perioden zu vergleichen.

Joh. Müller [2]) plaidirt dafür, dass die Muskeln empfindlich seien durch in ihnen verbreitete sensible Nerven; zum Widerleg der Meinung, dass die motorischen Nerven jene Empfindlichkeit vermittelten, führt er das Bell'sche Gesetz an.

Todd, [3]) in seiner Cyclopädie, drückt Zweifel darüber aus, ob man aus dem Muskelsinn auf die Existenz sensibler Nerven in den Muskeln schliessen könne: „It admits of ques-„tion, whether this sense really requires the presence of true „nerves of sensation in the muscles, and whether it may not be „due to the reaction of the muscular force upon the proper mus-„cular or motor nerves, through which, by reflection at the „centre, the centre of sensation becomes affected.“

Ludwig [4]) hält es für unzweifelhaft, dass die Muskeln sensible Organe seien, wagt aber nicht mit Sicherheit zu entscheiden, ob motorische oder sensible Nerven diese Function vermittelten. Auffallend erscheint ihm der Umstand, dass die Localisation der Empfindungen, die durch Muskelcontraction erzeugt werden, eine so unvollkommene ist. Eine Erklärung für diesen Umstand werde ich weiter unten geben.

Funke [5]) hält die Existenz sensibler Muskelnerven, als anatomisches Substrat des Muskelsinnes, für sicher bewiesen.

Vom philosophischen Standpunkt hat neuerdings Ge-

---

1) A. a. O. S. 320.

2) Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 1837, Bd. II. S.36.

3) Cyclopaedia of anatomy and physiology, edited by R. B. Todd. 1847—49, Vol. IV. P. 510.

4) Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 1852. Bd. I. S.359.

5) Lehrbuch der Physiologie. 1860. Bd. II. S. 55.

orge[1]) die Frage zu entscheiden gesucht. Er erklärt es für irrig, wenn man glaube, dass die etwa bestehenden sensiblen Muskelnerven mit dem Muskelsinn irgend etwas zu thun hätten. Einen irgend greifbaren Grund für diese Meinung aus seinen Auseinandersetzungen zu entnehmen, ist mir nicht möglich gewesen.

Man hat die Möglichkeit geltend gemacht, dass der Willensimpuls, der irgend eine Muskelaction hervorbringt, direct im Centrum empfunden und seiner Intensität nach abgeschätzt werde. Diese Theorie eines „centralen Innervationsbewusstseins" hat a priori viel Wahrscheinliches; bei den mannigfachen Verbindungen der Ganglienzellen in den Centralorganen ist es auch nicht schwer, ein plausibles anatomisches Bild dafür zu entwerfen. Inzwischen ist es vollkommen irrthümlich, wenn man diese Theorie so aufgefasst hat, als ob sie die Sensibilität der Muskeln und das Vorhandensein eines Contractionssinnes negire. Es können vielmehr beide Momente zusammenwirken, und in der That spricht Alles für diese Annahme. Bereits vor einer Reihe von Jahren hat Helmholtz[2]) diese Meinung geltend gemacht und den Muskelsinn mit der ihm eigenen Klarheit definirt: „Wir nehmen wahr

„1) die Intensität unserer Willensanstrengung, durch welche „wir unsere Muskeln in Wirksamkeit zu setzen suchen,

„2) die Spannung der Muskeln, also die Kraft, mit der „diese zu wirken streben,

„3) den Erfolg der Anstrengung, der abgesehen von seiner „Wahrnehmung durch andere Sinnesorgane, namentlich Gesicht „und Getast, am Muskel sich äusert durch wirklich eintretende „Verkürzung, wobei auch die an den Gliedern veränderte „Spannung der Haut möglicherweise wahrgenommen werden „kann." —

In der That scheint mir dies die einzig richtige Definition der verschiedenen Theil-Functionen des Muskelsinnes zu sein. Ob es nun dieselben sensiblen Nerven sind, welche normalerweise Spannung und Contraction des Muskels, krankhafter

---

1) „Der Muskelsinn." Dies Archiv 1870.

2) Physiologische Optik. S. 597.

Weise Ermüdung und Schmerz percipiren, bleibe vorläufig dahingestellt.

Als Hauptgegner des Muskelsinnes hat sich Schiff[1]) erhoben, nachdem ein ähnlicher Versuch von Spiess[2]) vorangegangen war. Schiff leugnet auf anatomischer, wie auf physiologischer Grundlage, jegliches Empfindungsvermögen der Muskeln, und seine Argumente verdienen in der That eine eingehende Berücksichtigung. Das Gefühl von der Stärke der Contraction beruht nach ihm wesentlich auf einem centralen Innervationsbewusstsein. Ich habe hierüber soeben gesprochen, diese Annahme schliesst die Möglichkeit wirklicher Muskelempfindungen keineswegs aus.

Die Empfindung des Contractionsvorganges und des stattgehabten Effectes entsteht nach Schiff nur durch die Veränderung in der Stellung der Gelenke, besonders durch die Faltenbildung der Haut und die wechselnde Spannung derselben. Niemand wird leugnen, dass diese Umstände mitwirken können; aber Nichts beweist, dass sie ausschliesslich wirken. Zur Unterstützung dieser Behauptung giebt jedoch Schiff folgenden Versuch an: Presst man beide Kinnladen fest aneinander, so hat man ein Gefühl von Spannung in der regio masseterica. Zieht man nun mittelst des Backenbartes die Haut vom Muskel ab, so schwindet dies Gefühl. — Jedem leuchtet das völlig Subjective dieses Versuches ein. Mehrere Personen, welche ich denselben anstellen liess, versicherten, keine irgend erhebliche Aenderung der Empfindung beim Abheben der Haut zu haben. Wäre dies selbst der Fall, so würde es sich einfach so erklären, dass durch das Manipuliren an der Haut die Muskelempfindung übertäubt, der Aufmerksamkeit entzogen wird.

Ich nehme hier gleich Gelegenheit, darauf hinzuweisen, wie völlig ungenügend die Modalität der Hautempfindungen für die Erklärung des Muskelgefühles ist. Es gelingt auf keine Weise, durch künstliche Zerrung, Dehnung und Faltung der Haut sich ein ähnliches Gefühl zu verschaffen, wie es etwa

1) Lehrbuch der Physiologie. I. 1859. S. 156.

2) Physiologie des Nervensystems. S. 76.

eine kraftvolle Supination des Vorderarms durch den zweiköpfigen Muskel erzeugt. Und nun vollends der Wadenkrampf, den Schiff nicht mit einem Worte berührt! Niemand wird glauben, dass die geringe Spannung der Haut es ist, welche so intensive Schmerzen erzeugt.

Das Gefühl der Ermüdung hat für Schiff seinen Grund ebenfalls nicht in einer Affection der sensiblen Muskelnerven. Denn stellte er den oben angeführten Versuch von Weber so an, dass der Arm dabei vollkommen unterstützt war, so entstand, behauptet er, dieselbe Stufenleiter der Empfindung von Ermüdung bis zu Schmerz, wie wenn der Arm durch Muskelkraft horizontal gehalten wurde. Er glaubt daher jene Empfindung durch eine Beeinträchtigung des Kreislaufes in der anhaltend gezwungenen Stellung erklären zu müssen. Ich fordere einen Jeden auf, dieses einfache Experiment zu machen und zu prüfen, was von Schiff's Angabe zu halten ist. Ich habe niemals, bei unterstütztem Arm, etwas anderes empfunden, als das mässig peinliche, eher langweilige Gefühl einer gezwungenen Stellung, und alle Personen, welche ich zu diesem Versuche heranzog, haben ebenso berichtet. Wäre Schiff's Argumentation richtig, so müssten wir nach jedem Schlaf nicht erquickt und neu gestärkt, sondern mit gewaltigen Schmerzen in allen Gliedern erwachen; denn eben jener Versuch wird hier nicht 15 Minuten, sondern mehrere Stunden dauernd ausgeführt. — Schiff wendet sich aber auch gegen den Versuch Weber's, wobei es sich um die Abschätzung von Gewichten durch den Muskelsinn handelt. Er meint, dass wir, um das schwerere Gewicht zu heben, eine längere Zeit gebrauchen, als beim Heben des leichteren, und dass der Hautsinn uns befähigt, die Länge der Zeit abzuschätzen. Ein solches Verhältniss erscheint in der That denkbar und möglich; die bereits oben citirten pathologischen Erfahrungen Leyden's, wonach bei völliger Anaesthesie eines Gliedes der Kraftsinn intact sein kann, beweisen aber die Unabhängigkeit des letzteren von den Functionen des Tastsinnes.

Diejenigen Angaben Schiff's, welche sich auf morphologisches Gebiet beziehen, werden in einem späteren Kapitel

berücksichtigt werden. Ich wende mich nun zu einem anderen Gegner, Herrn Dr. Bernhardt[1]), welcher in einer kürzlich erschienenen Arbeit sich veranlasst gefühlt hat, die Existenz des Muskelsinnes zu leugnen. Seine Argumente bestehen theils in pathologischen Erfahrungen, theils in den Resultaten eigener Versuche. Von dem Kraftsinn behauptet er, dass er lediglich auf dem centralen Innervationsbewusstsein beruhe; hinsichtlich des Urtheils über die Lage unserer Gliedmaassen schliesst er sich der schon oben erwähnten Hypothese von Rauber an, wonach die in der Nähe vieler Gelenke sich vorfindenden Vater-Pacini'schen Körperchen zur Perception der Gelenkbewegungen bestimmt sind. Den Muskelschmerz (bei Tetanus u. s. w.) endlich denkt er sich hauptsächlich durch den Druck auf durchgehende Nervenstämme entstehend.

Diese letztere Ansicht verstösst (und es ist dies ein Einwand, der bereits beim mündlichen Vortrag der Bernhardt'schen Arbeit durch Herrn Dr. Hitzig erhoben wurde) gegen ein Grundgesetz der Nervenphysiologie, gegen das Gesetz der excentrischen Empfindung. Der Druck auf sensible Nerven, welche nur an dem Muskel vorbei oder durch ihn hindurch ziehen, ohne in ihm zu endigen, könnte nicht als Schmerz im Muskel, sondern nur als Schmerz in dem Ausbreitungsbezirke jener Nerven empfunden werden. Dieser Versuch zur Erklärung des Muskelschmerzes ist mithin als gänzlich gescheitert anzusehen.

Was die pathologischen Erfahrungen anbelangt, so sind dieselben sehr unklarer und widersprechender Natur; eine jede der erwähnten Theorien könnte in ihnen ihre Stütze suchen. So viel ich nämlich aus den bisherigen Zusammenstellungen und eigenen Beobachtungen habe ersehen können, sind die Krankheitsbilder sehr verschiedener Art. Häufig sind die Sensibilität der Haut und der Kraftsinn gleichzeitig alterirt, ebenso oft aber findet sich Anaesthesie bei intactem Muskelsinn, oder eine Alteration des letzteren (Ataxie) bei fast normalem

1) „Zur Lehre vom Muskelsinn." Archiv für Psychiatrie 1872.

Zustande des Tastsinnes. Schlüsse irgend welcher Art lassen sich also hierauf nicht bauen.

Vollends die Versuche von Bernhardt beweisen gar Nichts, wiewohl sie an sich nicht ohne Interesse sind. Er bestimmte die Unterschiedsempfindlichkeit des Kraftsinnes, indem er mittelst einer Schnur, welche über eine Rolle ging, Gewichte von verschiedener Grösse heben liess; die auszuführende Bewegung bestand in einer Flexion des Fingers oder des Fusses. Die Erregung der Muskeln geschah im einen Fall durch den Willen, im anderen Fall durch elektrische Reizung des Nervenstammes, mittels der localisirten Faradisation. Im letzteren Fall, also bei Ausschluss des Willens, zeigte sich, als die Gewichte durch den Fuss gehoben wurden, die Empfindlichkeit etwas geringer (30 : 37½, bei Willensthätigkeit 30 : 35). Wurde hingegen ein Finger benutzt, so war das Unterscheidungsvermögen das nämliche. Hieraus geht also nicht einmal die Betheiligung des centralen Innervationsbewusstseins mit Nothwendigkeit hervor. Noch weniger gelang es Bernhardt, die Betheiligung des Tastsinnes der Haut nachzuweisen. Er versuchte es, die Haut durch Chloroform oder Aether zu anaesthesiren, in der Erwartung, dass unter diesen Umständen, bei Ausschluss des Willensimpulses, das Unterscheidungsvermögen gänzlich geschwunden sein würde. Eine absolute Anaesthesie der Haut liess sich aber in keinem Falle erzielen; es gelang nur, die Empfindlichkeit bis zu einem gewissen Grade herabzudrücken, aber auch hierdurch wurden die Versuchsresultate nicht wesentlich geändert: die Feinheit des Kraftsinnes blieb die nämliche, wie zuvor.

Die Bernhardt'schen Versuche sprechen also eher für als gegen die Sensibilität der Muskeln. Namentlich wird der Theorie des centralen Innervationsbewusstseins durch sie fast aller Boden entzogen; denn die Versuche zeigen, dass es die Function des Kraftsinnes in keiner Weise beeinträchtigt, wenn man den centralen Impuls durch elektrische Reizung des Nerven ersetzt. Wie Bernhardt auf diese Versuche sein verunglücktes Unternehmen gründen konnte, ist mir unbegreiflich.

Der Grund, weshalb die Empfindlichkeit des Muskelge-

webes so vielfach bezweifelt worden ist, liegt zum Theil darin, dass dieselbe im normalen Falle scheinbar eine sehr geringe ist. Die Empfindungen, welche wir von den physiologischen Vorgängen an unsern Muskeln haben, sind auserordentlich wenig charakteristisch und ermangeln einer richtigen Localisasation; die meisten Menschen haben gar keine klare Vorstellung von ihren Muskeln und der Art wie diese wirken; sie empfinden nur die Bewegungen der Glieder als solche, nicht die Vorgänge in ihren Muskeln, durch welche die bewegende Kraft erzeugt wird. Dies erscheint einigermaassen paradox und bedarf der Erklärung. Ich glaube, dass dieselbe auf folgende Weise gegeben werden kann.

Woher kommt es, dass wir einen Stoss auf den N. ulnaris in der von ihm versorgten Fingerhaut zu spüren vermeinen? Dies rührt daher, dass in der ungeheuren Mehrzahl von Fällen der N. ulnaris in der That von der Haut aus erregt wurde. Da wir nun von einem solchen Vorgange (dem Durchblättern eines Buches, dem Händedruck eines Freundes) gleichzeitig durch andere Sinnesorgane (Gesicht, Gehör u. s. w.) Kenntniss erhielten, gewannen wir die Vorstellung von der Localität des Vorganges, und indem sich dergestalt in unzähligen Fällen Erregung des Ulnarnerven mit auf andere Weise beobachteten Vorgängen an der von ihm versorgten Haut combinirte, sind beide Dinge schliesslich unauflöslich in unserer Vorstellung verknüpft und fordern sich gegenseitig. Dies wäre die empiristische Erklärung für das Gesetz der peripherischen Erscheinung. Ganz ähnlich verhält es sich, wie ich meine, mit der Muskelempfindung. Die Contraction eines Muskels ist von einer gewissen Empfindung begleitet. Wir suchen diese Empfindung zu loalisiren gemäss den anderweitigen Nachrichten, welche wir von unseren Sinnesorganen (Gesicht, Getast u. s. w.) erhalten. Was wir nun aber bei einer Flexion der Finger sehen und ertasten, ist weit weniger die geringe Niveau-Veränderung am Vorderarm und das Rutschen der Muskelbäuche unter der Haut, als vielmehr die auffällige Veränderung in der Stellung der Phalangen selbst. Indem nun dergestalt in sehr vielen Fällen die Empfindung der Contraction in den Flexores digitorum

zusammentrifft mit dem Sehen und Fühlen der Fingerbewegung, verschmilzt schliesslich Beides, wir verlegen in gewissem Sinne die Empfindung der Contraction in die Finger hinein und glauben den Vorgang daselbst zu spüren. Bei den zahllosen Flexionen und Extensionen der Finger, welche ein Violinspieler während eines Concertes ausführt, glaubt er stets unmittelbar auf die Stellung der Gelenke zu wirken und diesen die Befehle seines Willens zuzusenden; die Vorgänge am Vorderarm existiren nicht für ihn. Aber nicht nur dem Laien ergeht es so; auch der Physiologe, der die Gesetze der Muskel- und Nervenphysik inne hat, ist nicht im Stande, ausser vermöge gewisser Kunstgriffe, die Contraction da zu spüren wo sie stattfindet. Ich habe mich seit einiger Zeit darauf eingeübt, auf die Bewegungen der Muskelbäuche zu achten, und bin so in gewissem Grade dahin gelangt, die Contraction in den Muskeln selbst zu empfinden. Es scheint mir aber, wie wenn dies am Besten gelänge bei Muskeln, wo Contraction und resultirende Gliedbewegung räumlich nicht zu weit von einander entfernt sind (z. B. Cucullaris, Schulter), wo also für mein Gefühl keine zu grosse Kluft besteht. Bei Muskeln, welche mittels langer Sehnen auf weit entlegene Strecken wirken, wie den Beugern und Streckern der Finger, ist eine richtige Localisation der Empfindung total unmöglich.

Inzwischen findet jene gleichsam fälschliche Art der Empfindung doch nur dann statt, wenn wir, wie wir es gewohnt sind, durch den Willen wirkliche Gliedbewegungen hervorrufen. Lassen wir nur unsere Muskeln „spielen", ohne ihre Ansatzpunkte zu nähern [1]), oder ist der Wille ausgeschlossen, wie im Falle elektrischer Erregung der motorischen Nerven, so ist die Empfindung eine weit reinere. Das ausgezeichnetste Mittel, um die Contraction in den Muskeln

---

1) Du Bois-Reymond macht in seiner Schrift „Ueber das Barrenturnen u. s. w." (Berlin 1862) in einer Anmerkung (zu S. 21) darauf aufmerksam, dass man gewisse Muskeln, wie den Biceps brachii und den Vastus internus, einzeln spielen lassen können. Eine solche Contraction wird sehr deutlich empfunden und zwar mit richtiger Localisation.

zu empfinden, ist daher das Hervorrufen derselben durch die localisirte Faradisation. Es kann keine eigenthümlichere und frappantere Empfindung geben, als z. B. die einseitige Zusammenziehung des M. depressor anguli oris, welche eintrit, wenn die Elektrode in der Gegend des Unterkieferwinkels aufgesetzt ist. Man fühlt, wie sich der Mundwinkel senkt und seitwärts drängt, wie sich die Haut in Falten legt — aber man fühlt noch etwas Anderes — etwas Schnellendes, Zuckendes, Vibrirendes, Dröhnendes, eine Empfindung sui generis, die Contraction.

Dass diese „sensibilité électromusculaire" auch am freigelegten, von Haut entblössten Muskel wahrzunehmen ist, hat Duchenne[1]) schon vor Jahren nachgewiesen.

II. Versuche zum Nachweis der Muskelsensibilität.

Die im vorigen Kapitel gepflogenen kritischen Erörterungen dürften meinem Gefühle nach wohl hinreichen, um einem Unbefangenen die Ueberzeugung von der Sensibilität der Muskeln zu verschaffen. Gleichwohl wird selbst der am wenigsten Skeptische einräumen, dass ein einfaches experimentelles Verfahren, vermöge dessen ohne Zuhülfenahme eines zweifelhaften Raisonnements jene Sensibilität unmittelbar ad oculos demonstrirt wird, weit schwerer wiegt, als die glänzendste Kette von Schlussfolgerungen. Ein solches Verfahren bietet uns der Mechanismus der Reflexaction. Wenn es gelingt, durch chemisch-physikalische Veränderungen, die auf einen Theil gesondert applicirt werden, Zuckungen der Musculatur, Secretion von Drüsen, überhaupt die Wirkungen centrifugaler Innervation hervorzurufen, so ist mit der Sicherheit einer chemischen Reaction das Vorhandensein sensibler Nervenfasern in jenem Theil erwiesen. Der Versuch, dies Verfahren auf den quergestreiften Muskel anzuwenden, stösst auf eine Schwierigkeit; die Muskeln sind rings von sensiblen Theilen, namentlich der Haut, umgeben; die Möglichkeit, diese gleichzeitig zu reizen,

1) Électrisation localisée. p. 389 et suiv.

muss mit Sicherheit ausgeschlossen sein, wenn die Resulttae zuverlässig sein sollen.

Um dies zu erreichen, bedarf es einer Localität am Thierkörper, welche es gestattet, einen Muskel oder den Nerven desselben so aus dem Zusammenhang zu lösen, dass eine isolirte Reizung derselben möglich, gleichwohl aber die Leitung nach den Centralorganen nicht unterbrochen ist. Die passendste Localität dieser Art, aus mannigfachen Gründen, ist der Oberschenkel des Frosches; ich habe fast nur an dieser Stelle experimentirt. Um die Versuche reproducirbar zu machen, halte ich es für nöthig, dass eingeschlagene Verfahren ausführlich zu schildern.

Um die Frösche reflexempfindlich zu machen, wandte ich Lösungen von Strychn. nitr. (1:300) und Pikrotoxin (1:300) an; mehrmals habe ich auch, mit sehr gutem Erfolge, die Wirkung beider Gifte combinirt. Im Allgemeinen wurden ziemlich starke Dosen (bis zu 0·001 Gramm beider Substanzen) subcutan injicirt. Die verwendeten Frösche waren grosse Ranae esculentae. Sobald der erste Tetanus-Anfall vorüber war, wurde der Frosch auf ein Brett genagelt und derjenige Muskel, welcher als Versuchsobject dienen sollte, von der Haut entblösst. Ich habe vorzugsweise mit dem M. sartorius oder dessen Nerven operirt; beide sind leicht zugänglich und eignen sich sehr gut zu solchen Versuchen, aus Gründen, welche bereits Kühne[1]) vor längerer Zeit hervorgehoben hat.

Inzwischen gestatten die geschilderten Versuchsbedingungen nur mit dem Nerven zu operiren, und ich fahre deshalb in Bezug hierauf mit der Beschreibung fort. Nachdem ich also die Haut des Oberschenkels an der Bauchseite durch einen longitudinalen Scheerenschnitt entfernt hatte, wurde der feine Nerv des Sartorius, (kenntlich durch das ihn begleitende pigmentirte Gefäss) kurz vor seinem Eintritt in den Muskel durchschnitten und von der Schnittstelle an, durch die Muskelgruppe der Adductoren hindurch, etwa $1\frac{1}{2}$ Ctm. rückwärts verfolgt. Hierauf schob ich eine kleine Glasplatte, auf welche die Enden

---

1) Dies Archiv 1860.

zweier stromzuführenden Drähte als Elektroden gekittet waren, in die Vertiefung hinein, welche durch die Präparation entstanden war, und legte den freipräparirten Nerven quer über die beiden Drähte, welche bis dicht vor ihrem Ende von dem isolirenden Seidenfaden umhüllt waren. Als Reizquelle diente das Schlitteninductorium von du Bois-Reymond, dessen primäre Rolle durch einen Daniell geschlossen war; die Zuführung und Ableitung des Stromes geschah durch den Schlüssel von du Bois-Reymond. Schloss ich unter diesen Umständen den Strom, so traten in der grösseren Zahl der Fälle Reflexzuckungen ein, (Abstand der Rollen circa 120 Mm.) oft nur schwach und circumscript, oft aber auch die gesammte Musculatur des Körpers ergreifend.

Bei den ersten Versuchen dieser Art, welche ich anstellte, hatte ich den Nerven in Verbindung mit dem Muskel gelassen, und es zeigte sich, dass unter diesen Umständen durch die Reizung des Nerven nur sehr schwer Reflexzuckung zu erhalten war (2 mal unter 17 Reizungen). Der Sartorius war nämlich von dem Tetanus der Körpermusculatur mitbetroffen, und seine sensiblen Fasern befanden sich offenbar schon von vornherein im Zustand intensivster Erregung, welche durch den Strom nur wenig verstärkt werden konnte. Man ist also genöthigt den Nerven zu durchschneiden und den Stumpf zu reizen. Aber selbst dann ist der Versuch sehr unvollkommen. Man wird nämlich fortwährend gestört durch die Bewegungen des Beines, an welchem der Versuch ausgeführt wird. Das Anbringen der Elektrode, die Präparation des sehr leicht zerreisslichen Nerven sind unter diesen Umständen schwierige und zeitraubende Manipulationen. Ich habe deshalb die meisten Experimente in einer alsbald zu beschreibenden modificirten Form angestellt. — Man könnte gegen diese Versuche einwenden, dass die motorischen Nerven es seien, welche hier eine centripetale Erregung leiten und die Reflexzuckungen auslösen. Dieser Einwand findet seine Widerleguug in einem Versuche, der von du Bois-Reymond[1]) herrührt. Dieser setzte die

1) Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. II. S. 600.

motorischen Wurzeln des N. ischiadicus bei Fröschen, welche mit Opium vergiftet waren, dem Strom von sechs Grove'schen Elementen aus, ohne je eine Reflexzuckung zu erhalten. Die motorischen Nerven sind also in der That einer centripetalen Wirkung nicht fähig, aus Mangel eines Reactionsorganes am centralen Ende. Zum Ueberfluss wurde jedoch ihre Mitwirkung ausgeschlossen bei der zweiten Form des Versuches, zu welcher ich nunmehr gelange.

Als ich es nämlich unternahm, den M. sartorius selbst (natürlich in Verbindung mit seinem Nerven) zum Gegenstand des Versuches zu machen, zeigte es sich, dass dies fast unmöglich war in Folge des Tetanus, von dem dieser Muskel besonders lebhaft betroffen wird. Um diesen Tetanus zu verhindern, konnte es kein einfacheres Mittel geben, als die Durchschneidung der vorderen Wurzeln des n. ischiadicus auf der betreffenden Seite. Der Sartorius und mit ihm das ganze Bein waren so der motorischen Innervation beraubt und als inerte Masse der Operation preisgegeben, während die Sensibilität erhalten blieb. Die Reflexwirkung konnte leicht an dem anderen Beine, sowie dem übrigen Körper beobachtet werden.

Mit der Durchschneidung der vorderen Wurzeln auf einer Seite begann natürlich der Versuch. Nach Ausführung dieser Operation wurden dem Frosch 24 Stunden Zeit zur Erholung gelassen, derselbe alsdann in der oben angegebenen Weise vergiftet und nach dem Eintritt der Wirkung auf ein Brett genagelt. Hierauf ward die Haut der Bauchseite des Oberschenkels entfernt und der Sartorius aus seiner Verbindung gelöst. Zu letzterem Behufe schnitt ich erst die untere Sehne des Muskels nahe ihrer Insertion durch, hob das Ende mit der Pincette und spaltete nun, dem lateralen Rande des Muskels entlang aufwärts dringend, durch einen raschen Scheerenschnitt die Fascie. Oben angelangt trennte ich die obere, kurzsehnige Insertion des Muskels vom Knochen und spaltete nun auch am medialen Rande die Fascie, indem ich von oben und unten bis zur Eintrittsstelle des Nerven vordrang, welche etwas unterhalb der Mitte befindlich ist. Ich hob nun den Muskel aus dem lockeren Bindegewebe heraus, welches ihn mit der

tieferen Schicht vereint, und legte ihn auf eine Glasplatte, welche durch ein Stativ dicht über dem Schenkel des Frosches befestigt war und mit einem grossen Tropfen $^{3}/_{4}$procentiger Kochsalzlösung befeuchtet wurde. Diese Glasplatte trug an ihrem einen Rande einen aus angekitteten Glassplittern gebildeten Wall, welcher das Abgleiten des Muskels verhinderte und den Nerven durch einen Schlitz hindurchtreten liess. Damit der winzige Nerv unter diesem Zuge nicht reisse, muss man ihn eine Strecke weit frei präpariren und die Krümmungen seines Verlaufes strecken. Ein solcher Muskel besitzt nur noch sensible Nervenfasern in Verbindung mit dem Rückenmark, und zwar sind es, wie später nachzuweisen sein wird, meist nur zwei Primitivfasern, welche hier in Betracht kommen. Durch Reizung dieser beiden Fasern ist man im Stande, Reflexzuckungen eines grossen Theiles der Körpermusculatur auszulösen. So paradox dies klingt, so erklärt es sich doch leicht aus der Eigenthümlichkeit der Reflexwirkung. Es ist bekannt, dass Intensität und Ausdehnung der sensiblen Reizung durchaus keinen Maassstab für die zu erwartende Reflexwirkung abgeben, dass vielmehr die leiseste Erregung oft weit mächtiger wirkt, als die gröbsten Insulte.

Den so zugerichteten Muskel reizte ich nun zunächst durch Inductionsströme, welche mittels eines Elektrodenpaares zugeführt wurden, wie sie im hiesigen Laboratorium zum Zweck der Vagusreizung üblich sind; jede Zuckung des Muskels auf der Glasplatte hat Reflexzuckungen des anderen Beines und des übrigen Körpers im Gefolge, falls überhaupt die Vergiftung das richtige Maass erreicht hat und der Frosch die gehörige Reflex-Empfindlichkeit besitzt. Beides ist keineswegs ausnahmslos der Fall, weshalb einige der Versuche misslingen; indess haben positive Resultate hier offenbar eine weit grössere Bedeutung als negative. Dass es nicht etwa Stromesschleifen sind, welche durch Uebergreifen auf andere sensible Theile die Resultate vortäuschen, dafür bürgt die Versuchsanordnung. Der Muskel ist durch seine gläserne Unterlage vollkommen isolirt; nur das feine Nervenfädchen verbindet ihn mit dem übrigen Körper. Durchschneidet man dieses aber und klebt die Schnittenden

auf einander, so tritt keine Reflexwirkung mehr ein, auch bei Anwendung weit stärkerer Ströme.

Inzwischen war auch dies nicht das eigentliche Resultat, welches die Versuche im Auge hatten. Es lag mir daran, nachzuweisen, dass die Contraction eines Muskels als solche die eensiblen Nerven desselben zu erregen im Stande ist. Bei der slektrischen Reizung des Muskels werden offenbar die sensiblen Fasern desselben direct von den Stromesschleifen getroffen, ähnlich wie bei der oben geschilderten Reizung des Nervenstammes. Um zu beweisen, dass der Frosch die Contraction seines aus aller Verbindung gelösten und nur noch am Nerven hängenden Sartorius empfindet, musste ich ein Reizmittel anwenden, welches nur auf den Muskel, nicht auf den Nerven wirkt: ein solches Reizmittel ist das Ammoniak. Damit aber das Ammoniak die empfindenden Nerven des Muskels nicht tödte, musste die Application des Reizmittels an einer Stelle geschehen, welche der Nerven entbehrt, und für diesen Zweck ist der Sartorius mit seinen nervenfreien Enden ein herrliches Object. Ich legte also einen Querschnitt durch eines dieser nervenfreien Enden an, beklebte denselben mit einem Stückchen Fliesspapier und liess aus der capillaren Spitze eines Glasröhrchens, das eine geringe Menge Liqu. Amm. caust. enthielt, ein Tröpfchen der Flüssigkeit auf das Fliesspapier gelangen. Indem sich letzteres vollsog, wurde der Querschnitt aller Primitivbündel der Wirkung des Reizmittels ausgesetzt, eine Contractionswelle flog über den Muskel hin, und gleichzeitig trat eine eclatante Reflexwirkung ein, welche, da ich den Körper des Frosches durch Einhüllen mit Fliesspapier sorgfältig vor der Wirkung des verdunstenden Ammoniaks geschützt hatte, nur als eine Folge des am Sartorius stattgehabten Vorganges aufgefasst werden konnte.

Dieses Resultat liess keinen Zweifel übrig. Von einer Einwirkung auf die Nerven der Haut, der Gelenke und der Fascien konnte hier nicht die Rede sein; denn der aus aller Verbindung gelöste, nur an seinem Nerven hängende Muskel übte die Wirkung aus; die Contraction eines quergestreiften Muskels, als solche, wird mithin empfun-

den. Etwas liesse sich einwenden: Die Nerven des Perimysiums sind es, deren Reizung bei den geschilderten Versuchen nicht ausgeschlossen bleibt. Diese Schwierigkeit ist jedoch nur eine scheinbare; denn das Perimysium ext. und int. ist so gut ein Theil des Muskels, als die Neuroglia ein Theil des Gehirns. Sensible Nerven des Perimysiums sind also Empfindungsnerven des Muskels. Auch der in der nächsten Abhandlung zu erörternde anatomische Befund lässt jenen Einwand wesenlos erscheinen.

Neben dem geschilderten Verfahren habe ich noch ein anderes in Anwendung gezogen, auf welches Herr Prof. Engelmann mich aufmerksam zu machen die Güte hatte. Es handelt sich dabei um die reflectorischen Schwankungen der Hautdrüsenströme, welche beim Frosch mit grösster Leichtigkeit durch die leisesten sensiblen Reize erregt werden können. Es ist diese Methode weit feiner und empfindlicher, als die obige; doch hat sie mir, aus sogleich anzugebenden Gründen, keine unzweideutigen Resultate geliefert. Ich bediente mich anfangs, auf den Rath von Engelmann, der Curare-Vergiftung, um den Frosch bewegungslos zu machen. Die Präparation und elektrische Reizung des Muskels blieb die nämliche, wie bei den früheren Versuchen; die Ableitung des Stromes geschah mittels unpolarisirbarer Elektroden von der Haut des Unterschenkels der anderen Seite, und zwar wurde, um genügende Spannungsdifferenzen zu erzielen, die eine der beiden Hautstellen vor Beginn des Versuches mit Höllenstein betupft; die Ablesung geschah an der Spiegelbussole mittels eines Fernrohres. Die Fälle in denen es mir gelang, unter diesen Umständen Stromesschwankungen bei Application des Muskelreizes zu beobachten, waren aber so spärlich, dass sich ein sicherer Schluss darauf nicht bauen liess. Da ich vermuthete, dass dieses vorwiegend negative Resultat in der Wirkung des Curare seinen Grund habe, versuchte ich es mit unvergifteten oder strychninisirten Fröscen. Hier liessen sich freilich Stromesschwankungen in der Mehrzahl der Fälle constatiren; da aber unter diesen Umständen Muskelzuckungen nicht auszuschliessen sind, konnte auch dieses Resultat nicht als beweisend angesehen werden. Es würde speciell auf diesen Punkt gerichteter Un-

tersuchungen bedürfen, um die geeignete Methode ausfindig zu machen.

Ich bemerke noch, dass ausser dem Sartorius zu den geschilderten Versuchen auch die Mm. gracilis und gastroknemius mit Vortheil verwendet werden können, sowie dass Druck, Durchschneidung und andere mechanische Irritamente den gleichen Erfolg geben, wie die elektrische und kaustische Reizung.

Berlin, im Mai 1874.

Ueber den asymmetrischen Bau des Kopfes der Pleuronectiden.

Von

C. B. Reichert.

Hierzu Tafel V. und VI.

Der asymmetrische Bau des Kopfes der Pleuronectiden hat in neuester Zeit ein besonderes Interesse durch die Beobachtung erlangt, dass die Augen bei Embryonen und jungen Thieren eine symmetrische Lage haben, und dass demnach die Asymmetrie erst später bei weiterer Ausbildung und dem Wachsthum des Fisches sich einstellt. Man war durch diesen Befund überrascht, offenbar, weil man voraussetzte, dass die Asymmetrie schon bei der ersten Anlage der Augen gegeben sein müsse, — eine Voraussetzung, die sich weder durch die Bildungsgeschichte des Kopfes und der Augen, noch durch das thatsächliche Verhalten der Asymmetrie am ausgewachsenen Kopfe der Pleuronectiden rechtfertigen lässt. Es ist dies der Gesichtspunkt, auf welchen die vorliegenden Untersuchungen vornehmlich gerichtet sind. Er betrifft die wesentlichste Abweichung in der Kopfbildung der Plattfische; es liegt aber nicht in meiner Absicht, auf nebenher gehende asymmetrische Bildungen näher einzugehen.

Die symmetrische Lage der Augen bei den Embryonen der Pleuronectiden ist Herrn Malm in Gothenburg, zufolge mündlicher Mittheilung, schon seit dem Jahre 1847 bekannt. Ausführlicher erläutert derselbe den Gegenstand in seiner Abhandlung „Bidrag till kännedom af Pleuronektoidernas

utveckling och byggnad" (Denkschriften der Königlichen Akad. d. Wiss. zu Stockholm vom Jahre 1867 und 1868).

Steenstrup hat seine Beobachtungen über die allmählich sich einstellende Asymmetrie der Augen bei den Pleuronectiden in den Denkschriften der Kopenhagener Akademie d. W. 1864 veröffentlicht. Von den Embryonen mit symmetrischer oder richtiger noch nicht verschobener Stellung der Augen, welche Kowalewski und Syrski (Director des städtischen zoologischen Museums in Triest) im Jahre 1867 nach 5tägiger Bebrütung bei 9° R. von künstlich befruchteten Eiern von Platessa passer erhalten haben, hatte ich Gelegenheit mehrere Exemplare, zu untersuchen, die ich der Güte des Herrn Syrski verdanke.

Zur richtigen Beurtheilung der „asymmetrischen" Formverhältnisse des Kopfes der Pleuronectiden ist zunächst darauf hinzuweisen, dass der Organismus der Wirbelthiere der typischen Anlage gemäss in toto mit allen seinen Organen bilateral-symmetrisch construirt, d. h. aus zwei gleich gebauten Hälften, einer rechten und einer linken, zusammengesetzt ist, die in der Medianebene ihre Commissur-Region besitzen. Ein vollständiger gleicher Bau beider Hälften, selbst wenn man von den unvermeidlichen Abweichungen in der Grösse und in unwesentlichen Formverhältnissen absieht, kommt, wie bekannt, in den speciellen Fällen nicht vor. Dasjenige Wirbelthier, welches den Anforderungen der typischen Anlage noch am meisten entspricht, ist Branchiostoma lubricum; von ihm kann man wenigstens aussagen, dass sich der ganze Körper durch einen einzigen, senkrecht geführten Medianschnitt in die beiden wesentlich gleich gebauten Hälften trennen lasse.

Die speciellen „asymmetrischen" Abweichungen von der typischen Grundform sind zweierlei Art. Sie zeigen sich einmal in dem Ausfall oder in mangelhafter Ausbildung von Organen in der einen Hälfte, und zweitens in Verschiebung der commissuralen Medianebene einzelner Bestandtheile des Körpers aus der ursprünglichen, medianen Ebene in irgend eine andere Richtung; ich werde die letzteren zum Unterschiede anderweitiger Dislocationen vornehmlich in

longitudinaler Richtung, wie z. B. beim Descensus testiculorum, bei der Verschiebung des Herzens, des Rumpfdarms der höheren Wirbelthiere, die „asymmetrischen" nennen. Beispiele des asymmetrischen Verhaltens der ersten Art liefern die nur einseitig ausgebildeten Aortenbogen, die nur auf der linken Hälfte vorkommende Milz, der bei den Vögeln nur auf der linken Seite vorhandene Eierstock mit dem Eileiter, die nur einseitig ausgebildeten Lungen bei Schlangen, die vorherrschend auf der rechten Seite entwickelte Leber höherer Wirbelthiere u. s. f. Bei den durch transversale Verschiebunng der normalen Medianebene sich einstellenden asymmetrischen Zuständen ist selbstverständlich der bilaterale Bau der verschobenen Theile gar nicht in Frage gestellt; derselbe bleibt erhalten, aber es können die beiden Hälften gleich- oder ungleichartig ausgebildet sein. Ein Beispiel dieser zweiten Art von Asymmetrie hat man z. B. am Magen des Menschen, der bei Bildung des Saccus epiploicus mit seinem Gekröse am oberen (vorderen) Theile nach links verschoben, am unteren (hinteren, duodenalen) transversal gestellt wird; gleichzeitig werden die Leber, das Lig. suspensorium hepatis und das Omentum minus nach rechts gezogen. Noch auffälliger sind die Verschiebungen beim Duodenum und beim Dickdarm des Menschen und der Säugethiere.

Es ist die letztere Art asymmetrischen Verhaltens, mit der man es bei den Pleuronectiden zu thun hat. Am symmetrisch gebildeten Schädel der Teleostier (vgl. die Schädelkapsel von Gadus callarias Figg. 1, 2) verhält sich der vorn unmittelbar an die Kapsel anstossende Theil des Schädels mit den Augen- und Geruchgruben folgender Maassen. Genau in der Richtung der Medianebene ziehen von der Decke und den Seitenwänden der Schädelkapsel die Ossa frontalia media s. principalia (Fm), von der Basis das Os sphenoideum basilare (Sb) mit dem Vomer (V) convergirend zum Os ethmoideum (verwachsene ossa ethmoidea) hin (E). Zwischen beiden hat das median gestellte, häufig unverknöcherte, spitzwinklig dreieckige Septum interorbitale (So) seine Lage; es schliesst sich mit der Basis an die Seitenwände (Alae parvae Cuv. (Ap) und ossa

frontalia media (Fmc) der Schädelkapsel an und geht vorn unmittelbar in den medianen Theil des Os ethmoideum über, der sich dorsalwärts öfters zu einer die Geruchgrübchen trennenden Crista mediana (E[1]) erhebt. Am vorderen, häufig gleichfalls unvollständig verknöcherten, Abschluss der Schädelkapsel, vor der Ala parva Cuv. neben dem Septum interorbitale und in der Nähe des Spenoideum basilare, befinden sich die Oeffnungen für die aus der Schädelhöhle heraustretenden Geruchs- und Seh-Nerven (x.) An den Seiten des beschriebenen Knochen-Zuges des Schädels liegen hintereinander die Geruchgrübchen (x) und die Augengruben (y); erstere halten sich im Bereiche des Os ethmoideum, das, auf dem Vomer (V) ruhend, mit seinem medianen Theile beide Geruchgrübchen scheidet, aufwärts und vorn durch Bänder mit dem vorderen Gesichtsknochen (Os nasale, osdintermaxillare und maxillare) in Verbindung steht, vor und hinter dem Geruchgrübchen durch Nath mit dem (Pa) Praefrontale (Cuv.) sich vereinigt. Die an der letzteren Stelle sich erhebenden Fortsätze treten auch zu den Frontalia media heran; ich will sie die Stirnfortsätze (E2) (Pro. frontales oss. eth.) nennen. An der Bildung der Augengruben sind vornehmlich das Septum interorbitale, die Frontalia media und die Praefrontalia betheiligt; die beiden letzteren formiren mit dem mehr oder weniger entwickelten Processus orbitalis posterior des Os frontale posterius, den Margo supraorbitalis In der lateralen Umgebung der Geruchgrübchen befindet sich das Os frontale anterius oder Os praefrontale (Cuvier). Es bildet zunächst die lateral- und ventralwärts gelegene Wandung der Oeffnung, durch welche der Geruchsnerv zur Schleimhaut des Geruchgrübchens tritt, und schickt dorsal- und hinterwärts einen Fortsatz (Proc. supraorbitalis) zur Verbindung mit dem Frontale medium und mit dem Proc. frontalis oss. eth. ab. Das Praefrontale unterhält ferner durch mehr oder weniger deutlich hervortretende Befestigungs-Fortsätze Verbindungen mit dem Os palatinum, mit dem Vomer, mit dem sphenoideum basilare, mit dem Os ethmoideum vor dem Geruchgrübchen. Der hinter dem Geruchgrübchen abgehende Proc.

supra orbitalis (Fa') stützt zugleich den vordersten Knochen des Infraorbital-Ringes (If.)

Der unter dem Auge lateralwärts vom medianen Knochenzuge verlaufende Infraorbital-Ring befestigt sich ausserdem hinterwärts an der Schädelkapsel auf zweifache Weise: an dem mehr oder weniger hervortretenden Processus supraorbitalis des Os frontale posterius, und in der Regel auch an einem kleinen Vorsprunge des Os frontale medium.

Ist der Infraorbital-Ring kräftiger ausgebildet, sind die einzelnen Knochen unter einander und mit dem Befestigungsknochen inniger verbunden, wie z. B. bei den Characiden, bei Hydrocyon unter den Scomberoiden (Cuv.), bei Lepidoleprus unter den Gadoiden u. s. w., dann kann man sagen, dass an dem beschriebenen Knochengerüste des Schädels drei von der Schädelkapsel ausgehende und zum Os ethmoideum convergirende Knochen-Züge oder -Brücken unterschieden werden können: ein interorbitaler, medianer, bestehend aus den Ossa frontalia media, aus den Processus supraorbitales der Praefrontalia, aus dem Os sphenoideum basilare mit dem Vomer, und aus dem Septum interorbitale; — und zwei infraorbitale, laterale, die durch die beiden Infraorbital-Ringe, d. i. durch die Infraorbital-Knochen vertreten werden. Mit Rücksicht auf das Verhalten des Schädels der Plattfische wäre hervorzuheben, dass an dem „infraorbitalen" Knochenzuge weder das Os praefrontale, noch das Os frontale medium irgendwie mit besonders hervortretenden Fortsätzen betheiligt sind.

Der asymmetrische Zustand am Kopf der Pleuronectiden ist, von geringeren Abweichungen in der Ausbildung des Kiefergerüstes u. s. w. abgesehen, vornehmlich in der Orbital-Region vorhanden und am Schädel im Bereiche des beschriebenen Knochengerüstes des Schädels in folgender Weise ausgeprägt. Das Sphenoideum basilare (Sb) und der Vomer (V) halten beim Rhombus aculeatus (Fig. b) in ihrer Lage und in ihrem Zuge im Wesentlichen die normale Medianebene ein; am Sphenoideum basilare wird eine geringe Abweichung und zugleich eine stärkere Entwickelung nach der augenfreien Seite

des Kopfes bemerkbar. Die hauptsächlichste Verschiebung betrifft die Frontalia media mit dem Septum interorbitale und die Knochenzüge in der infraorbitalen Region. Um dies gut zu übersehen, ist es ganz unerlässlich, das oft sehr zarte, häutige, vorn knorplige Septum interorbitale (Fig. 7 Io) bei der Präparation des Schädels zu erhalten. Man beobachtet alsdann, dass das septum interorbitale und die Frontalia media schon am vorderen Abschluss der Schädelkapsel plötzlich aus der normalen, senkrechten medianen Stellung zur wagrecht gerichteten, frontalen abbiegen und zwischen beiden Augen in ventralwärts convexer Krümmung zum Os ethmoideum hinziehen.

An dieser Verschiebung nehmen einen gröseren oder geringeren Antheil diejenigen Abschnitte des Schädels, mit welchen die vorherrschend verschobenen Knochenparthieen zunächst sich verbinden: hinten am vorderen Abschluss der Schädelkapsel derjenige Theil des Frontale medium, welcher hier die Decke und jederseits die zum Sphenoideum basilare herabsteigenden Seitenwände der Kapsel bildet (Fmc), vorn der hintere Abschnitt der miteinander verwachsenen Ossa ethmoidea mit der mehr oder weniger ausgebildeten Crista mediana und vornehmlich mit den Stirnfortsätzen (E2), ausserdem die Praefrontalia (Fa). Denkt man sich den normal gebauten Schädel eines Teleostiers aus elastischer Masse gebildet und biegt das von zwei Fingern erfasste Septum interorbitale mit dem Stirnbeinzuge um etwa 90° ventralwärts entweder nach links oder rechts, so hat man den asymmetrischen Zustand der Plattfische in dem wichtigsten Theile, in dem medianen interorbitalen oder orbitalen Knochenzuge des Schädels, hergestellt und gewinnt zugleich die richtigen Anhaltspunkte für die Beurtheilung der übrigen hieran sich anschliesenden Abweichungen in der Lage der Hart- und Weichgebilde.

Als nächste Folge der besprochenen Verschiebung im medianen orbitalen Knochenzuge des Schädels, oder, wenn man will, mit ihr zugleich sind gegeben: die einseitige, linke oder rechte Lage der Augen mit den Augengruben (y) bei den Pleuronectiden. In Wahrheit liegen die beiden Augen mit ihren Gruben bilateral, zu beiden Seiten des sie trennenden,

typisch gegebenen orbitalen, „medianen“ Knochenzuges des Schädels. Allein das Auge der sogenannten „augenfreien“ Seite ist bei der asymmetrischen Dislocation des interorbitalen Knochenzuges nach der anderen, der „Augen-Seite“ verschoben und nimmt hier nahezu die Lage ein, welche das, zu dieser Seite gehörige Auge bei einem symmetrisch gebauten Kopfe haben würde; gleichzeitig ist das letztere bei den Plattfischen mehr oder weniger aus seiner normalen Lage ventralwärts gegen das Kiefergerüst herabgedrängt. Durch die Verschiebung des Auges der augenfreien Seite zur entgegengesetzten wird zugleich die Infraorbital-Region dieses Auges mehr oder weniger der Scheitelgegend des Kopfes genähert; bei manchen Plattfischen rückt sie genau in die normale Medianebene des Kopfes hinein, tritt an die Stelle der verschobenen medianen Augenregion, übernimmt mit den in ihr auftretenden Knochen gewisse Leistungen, die der verschobenen interorbitalen Knochenbrücke zufallen, wie z. B. die Fortsetzung der Crista verticalis von Os occi pitis zum Os ethmoideum; sie simulirt auch eine Art von Scheidung der Orbitalregion des Kopfes in eine rechte und linke Hälfte, in die „Augenseite“ und augenfreie Seite. Es kommen bei Plattfischen auch Verschiebungen der Augen in longitudinaler Richtung vor. Das der Augenseite und der entsprechenden Körperhälfte zugehörige Auge ist stets mehr oder weniger vorgerückt. Bei Rhombus podas und Rhombus mancus ist das zum Schädel verschobene Auge auffällig nach hinten gerückt, in Folge dessen leicht zu deutende Modificationen im Schädelbau gegeben sind, auf die ich hier nicht näher eingehen kann. — Das symmetrische Verhalten der Geruchgrübchen (x) ist zwar alterirt, aber es kommt niemals zu einer vollständigen asymmetrischen Dislocation.

In Betreff des Knochengerüstes, vornehmlich der orbitalen Region des Schädels sind folgende Veränderungen speciell hervorzuheben.

An dem Schädel einer jeden Pleuronectide finden sich nur zwei in der orbitalen Region von der Schädelkapsel zum Os ethmoideum hinziehende Knochenbrücken: die auf die Augenseite verlegte mediane und die laterale oder infraor-

bitale der sogenannten augenfreien Seite, welche in der zum Scheitel hinaufgeschobenen Infraorbital-Region ihre Lage hat. Der infraorbitale Knochenzug der anderen oder Augenseite ist entweder gar nicht oder nur unvollkommen, wie z. B. beim Rhombus aculeatus, durch einzelne Infraorbitalknochen vertreten, die an dem entsprechenden Praefrontale befestigt sind. Die beiden vorhandenen Knochenzüge haben oft, wie z. B. bei Hippoglossus Boscii (Risso), bei Pleuronectes Platessa L. (Fig. 7) eine solche Form, als seien sie auf die Bildung der Augengrube, vornehmlich des Supra- und Infraorbitalrandes derselben, für das zur Augenseite verschobene Auge berechnet; für das zum Kiefergerüste herabgedrückte und stets zum entsprechenden Praefrontale vorgerückte Auge ist die Grube am Knochengerüste des Obergesichts entweder gar nicht oder nur andeutungsweise durch die etwa vorhandenen Infraorbitalknochen Fig. 3 If.) und durch einen vom Processus supraorbitalis (Pa[1]) des Praefrontale gebildeten margo supraorbitalis markirt. Bei allen Plattfiischen, wie auch bei Rhombus aculeatus, macht sich noch eine andere Eigenthümlichkeit bemerkbar; es treten von beiden Knochenbrücken glatte oder zackige oder rauhe Randpartieen gegen die Haut hervor, die sich nach hinten zur Schädelkapsel hin in die gleichartig beschaffenen Randfortsätze des Postfrontale (Fp), des Parietale (P), des Mastoideum (M) unddes Occipitale externum (Oe) fortsetzen und durch glatte oder rauhe Flächen am Processus supraorbitalis des Praefrontale ergänzt werden (Fa[1]). Die so jederseits gebildeten rauhen Leisten des Schädels stellen offenbar seitliche, knöcherne „Schutzwehre“ des Kopfes der Plattfische dar. An der knöchernen Schutzwehr der Augenseite ist der interorbitale oder mediane Knochenzug, an der antgegengesetzten die zur Scheitelregion vorgerükcte, infraorbitale oder laterale wesentlich betheiligt. (Vergl. Figg. 4, 5, 6, z. zc, zo).

In dem inteorbitalen Knochenzuge sind die beiden Frontalia media (Fm. Fmd. Fms.) senthalten, die vorn mit dem Os ethmoideum und dem stark entwickelten Processus supraorbitalis des Praefrontale der Augenseite in Verbindung treten. Man kann an dem dorsalwärts, gegen die Augengrube concaven

Knochenzuge in der Regel zwei im Allgemeinen frontal gestellte Flächen und zwei Ränder unterscheiden. An der ventralen, convexen Fläche liegt das dickere Os frontale medium der Augenseite, an der dorsalen, concaven, wie ein Deckknochen des ersteren, die gekrümmte Knochenlamelle des Frontale medium der anderen Seite. Von den beiden Rändern steht der mediale mit dem Septum interorbitale in Verbindung. Ist der zur Haut gewendete laterale Rand zur rauhen knöchernen Schutzwehr ausgebildet, so betheiligt sich daran ausschliesslich das Os frontale medium der Augenseite.

Die Frontalia media bilden ausserdem mit dem hinteren Abschnitte die Decke und angrenzenden Seitenwände am vorderen Abschluss der Schädelkapsel, der gleichfalls an der asymmetrischen Dislocation betheiligt ist. Die hiermit in Verbindung stehenden Abweichungen zeigen sich am Frontale medium der Augenseite darin, dass dasselbe mehr oder weniger von der Schädeldecke und deren Medianebene abgerückt und mit seiner Ausbreitung vorzugsweise auf die entsprechende Seitenwand der Schädelkapsel beschränkt ist, wo es mit der Aussenfläche unmittelbar in die ventrale Fläche des medianen interorbitalen Knochenzuges übergeht (Fig. 4 Fm.) Ist die besprochene knöcherne Schutzwehr vorhanden, so entwickelt es in unmittelbarer Fortsetzung des rauhen Randes am medianen Knochenzuge, — gerade da, wo der kleinere Abschnitt an der Schädeldecke zur Seitenwand der Schädelkapsel umbiegt, — eine starke Knochenleiste (Fig. 4, Fmc) mit entsprechendem rauhen Rande, die sich an die gleichen Randfortsätze des Postfrontale Mastoideum und Parietale anfügt.

Der Schädelkapsel-Abschnitt des Frontale medium der augenfreien Seite des Kopfes (Fig. 5 Fmo.) ist an der Schädeldecke über die normale Medianebene hinweg dem der anderen Hälfte nachgerückt; es breitet sich demgemäss in grösserem Umfange am vorderen Abschlusse der Schädelkapsel aus, als das Stirnbein der Augenseite. Am Winkel, den die Seitenwand mit der Schädeldecke formirt, erhebt sich an der Aussenfläche ein Fortsatz, der hinterwärts mit der lateral vorspringenden Knochenleiste des Postfrontale und Parietale sich

verbindet und wesentlich an der Bildung des lateralen infraorbitalen Knochenzuges im Obergesicht der augenfreien Seite des Plattfisches betheiligt ist; ich will ihn den Processus infraorbitalis des Frontale medium (Fm der Fig. 5) der augenfreien Seite nennen; das Frontale medium der Augenseite besitzt ihn nicht. Seine Gestalt richtet sich nach der Form dieses Knochenzuges; bei Plattfischen mit starker knöcherner Schutzwehrbildung am Schädel entwickelt er sich für dieselbe zu einer wagrecht (frontal) gestellten dicken Platte mit rauhem freien Rande. (vergl. Fig. 5 zo). Bei Plattfischen, an deren Schädel namentlich zur Stütze der dorsalen Flosse, die Crista verticalis stärker ausgebildet ist, nimmt auch das Frontale medium der augenfreien Seite durch Entwickelung einer accessorischen Crista (Figg. 3, 4, 5 u. Fm^2) in der Richtung der normalen Medianebene, daran Antheil; in der Nath (Fig. 3 Fmm.) zwischen beiden Frontalia media fällt die Crista verticalis aus. (Fig. 3).

Der infraorbitale, laterale Knochenzug der augenfreien Seite (Fig 5) wird von zwei in der Regel trennbaren Knochenstücken gebildet: hinterwärts von dem erwähnten Processus infraorbitalis (Fm^1) des Frontale medium, vorn von einem Fortsatz des Praefrontale derselben Seite, den ich gleichfalls Processus infraorbitalis (Fa^4) nennen werde; er macht an seinem Ursprunge eine Fusion mit dem Processus supraorbitalis desselben Knochens. (Fig. 5, Fa^1). Man kann an diesem nach der Augengrube gekrümmten, mächtigen Fortsatz zwei Flächen und zwei Ränder unterscheiden. Von den beiden Flächen ist die eine, der Augenseite zugewendete, zugleich die infraorbitale Begrenzung der Augengrube; die zweite wird von der Haut bedeckt und ist lateral- und aufwärts nach der augenfreien Seite gerichtet. Von den beiden Rändern verläuft der eine in der Richtung der Crista verticalis, also mehr oder weniger in der Medianebene und sieht aufwärts und nach der Augenseite; er dient auch, wie die Crista verticales der Schädelkapsel, zur Befestigung der zum Obergesicht vorgerückten Rückenflosse. Der zweite ist lateralwärts nach der augenfreien Seite gerichtet. An der knöchernen Schutzwehr des Rhom-

bus aculeatus stellt der Fortsatz eine Knochenplatte dar, deren medialer Rand zugeschärft ist, deren lateraler sich stark verdickt und vorn an der Bildung der knöchernen Schutzwehr sich betheiligt. Die knöcherne Schutzwehr an der augenfreien Seite wird hiernach von den beiden Processus infraorbitales (d. Front. med. und Praefrontale) und von den correspondirenden Randfortsätzen des Parietale, des Occipitale externum und Mastoideum gebildet. Dasselbe findet bei allen Plattfischen statt, obschon die einzelnen Arten sehr charakteristische Unterschiede in der Ausbildung der orbitalen Schutzwehren auf beiden Seiten darbieten.

Bei der vergleichend-anatomischen Deutung dieses infraorbitalen Theiles (Fig. 5 Fm^1. u. Fa^4) am Schädel der Plattfische muss man vor Allem zunächst daran festhalten, dass man es mit dem, hier zur Scheitelregion verschobenen, an der ventralen, unteren Begrenzung der Augengrube hinziehenden, lateralen Knochenzuge der symmetrisch gebauten Teleostier zu thun habe. Bei den letzteren wird derselbe durch eine Anzahl isolirter oder verwachsener Knochen (Infraorbitalknochen) gebildet, die an verhältnissmässig schwach oder auch gar nicht entwickelten Fortsätzen, vorn des Praefrontale, hinten des Frontale medium und des Postfrontale, befestigt sind. Das Frontale medium ist ferner vorzugsweise bei der Bildung der supraorbitalen Begrenzung der Augengruben in Anspruch genommen. Das Os praefrontale bildet mit seinem Haupttheile die laterale und hintere Begrenzung der Foramen für den Durchtritt des Nervus olfactorius zum Geruchgrübchen. Durch seinen Verbindungsfortsatz (Processus supraortalis), mit dem Frontale medium nimmt es auch Antheil an der Bildung der supraorbitalen Randes der Augengruben, und bei den Plattfischen, wo er an der Augenseite auffällig stark ist, formirt er vorzugsweise den Supraorbitalrand für das herabgedrückte Auge der entsprechenden Kopfhälfte.

Die Formverhältnisse am symmetrisch gebauten Schädel der Teleostier sind jedenfalls der Art, dass für das Auftreten eines, ausschliesslich durch das Praefrontale und Frontale medium gebildeten, infraorbitalen Knochenzuges keine genü-

genden Anhaltspunkte aufzufinden sind. Es liegt daher nahe, in dem infraorbitalen Knochenzuge der Plattfische zunächst die etwa vorhandenen gesonderten Theile des Infraorbitalringes, die infraorbitalen Knochenstücke der symmetrisch gebauten Teleostier, aufzusuchen. An dem mir zu Gebote stehenden Beobachtungsmaterial habe ich indessen weder deutlich gesonderte Knochenstücke zwischen den beiden Processus infraorbitales, noch auch die letzteren selbst als gesonderte Knochen vorfinden können. Auch scheint es fast, dass die beiden Fortsätze im embryonalen Zustande der Thiere nicht aus gesonderten Knochenkernen hervorgehen, die erst später mit den Hauptstücken des Praefrontale und Frontale medium verwachsen wären, obgleich der Processus infraorbitalis des Praefrontale in dieser Beziehung eine besondere Berücksichtigung seitens der Embryologen verdient.

Wie dem auch sei, nach dem vorhandenen empirischen Material hat man die Processus infraorbitales als dem Praefrontale und Frontale medium zugehörige Fortsätze und als die beiden den infraorbitalen Knochenzug der Plattfische allein bildenden Knochenstücke bei der vergleichend-anatomischen Analyse zu verrechnen. Es genügt dann aber nicht, einfach zu sagen, die in Rede stehende Knochenbrücke werde von dem Praefrontale und Frontale medium der augenfreien Seite gebildet, sondern man muss darauf hinweisen, dass darin der Knochenzug des Infraorbitalringes gegeben sei, und dass derselbe zum Unterschiede von den symmetrisch gebauten Teleostiern durch zwei neue, — vicariirend und zum Ersatz für die ausgefallenen Infraorbitalknochen entwickelte, — Knochenelemente, durch die Processus infraorbitales des Praefrontale und Frontale medium, construirt werde, die am normalen Infraorbitalringe nur als kaum bemerkbare Befestigungsfortsätze der eigentlichen Infraorbitalknochen an dem vorderen und mittleren und hinteren Stirnbein auftreten. Weitere Untersuchungen werden darüber zu entscheiden haben, ob auch bei den symmetrisch gebauten Teleostiern unter gewissen Umständen ein auf dieselbe Weise gebildeter Infraorbitalring vorkomme, oder

ob er als eine ausschliesslich den Plattfischen eigenthümliche und charakteristische Bildung zu betrachten sei.

Hat man sich klar gemacht, dass der asymmetrische Zustand des Kopfes der Plattfische vorzugsweise die Orbitalregion des Obergesichts betrifft, und wie derselbe thatsächlich ausgeführt ist, so gewinnt man die erste und wichtigste Grundlage für die Beurtheilung der Bildungserscheinungen am Kopf der Plattfische. Die zweite Grundlage gewähren ganz bekannte Erfahrungen aus der Bildungsgeschichte des Kopfes der Wirbelthiere. Man weiss in dieser Beziehung, dass das Obergesicht mit den späteren Augengruben bei der ersten Anlage der Augen, unmittelbar nach Vereinigung der Rückenplatten am Kopfabschnitt des Embryo's, noch nicht vorhanden ist. Es ist daher eine ganz natürliche Erscheinung und ebenso eine nothwendige Voraussetzung dass die Augen bei Plattfischen zuerst in normal-symmetrischer Stellung auftreten, und im höchsten Grade auffällig wäre es, wenn die Augen gleich anfangs eine einseitige Lage hätten. Denn man konnte nicht erwarten oder voraussetzen, dass ein asymmetrischer Zustand zu einer Zeit am Kopfe hervortrete, wo der eigentlich verschobene Theil noch gar nicht existirt. Und ebenso selbstverständlich ist es, dass erst bei späterer Ausbildung des Obergesichts mit den verschobenen Augengruben auch die Verschiebung der Augen sich bemerklich macht. Würde der asymmetrische Zustand der Augen schon bei der ersten Anlage gegeben sein, so hätte man vorauszusetzen, dass auch bereits die Rückenplatten in welchen zugleich die Anlage der Centralnervenröhre enthalten ist, am Kopfende mit asymmetrischer Verschiebung sich entwickeln. Bei einer solchen Grundlage würde die Ausbildung des Kopfes der Plattfische in der vordersten Schädelkapelsregion und am Obergesicht, auch wohl noch im weiteren Bereiche, mit einer Dislocation und einem Dérangement verbunden sein, die bei erwachsenen Thieren gar nicht bestehn. Das Gehirn z. B. ist am vorderen Abschnitt durchaus symmetrisch bilateral

gestellt, und nur am vorderen Abschluss der Schädelkapsel ist eine Verschiebung bemerkbar. Diese ist aber am ausgebildeten Schädel so gering, dass, wenn man zwei schwarze Wachskügelchen an die Foramina optica d. h. an die Stelle legt, wo ursprünglich die Augen ihre Lage haben, mit Ueberraschung gewahr wird, dass dieselben hier, in das erste embryonale Lageverhältniss der Augen untergebracht, noch im Wesentlichen symmetrisch bilateral liegen.

Um sich am Schädel der Plattfische leichter zu orientiren, muss man die volle Aufmerksamkeit jener, auf die Seitenlage und das Seitenschwimmen berechneten, Bildung richten, die ich die „knöcherne Schutzwehr" (Figg. 4, 5, 6, 7, 7c, 7o) des Kopfes genannt habe. Keinem Seitenschwimmer fehlt diese an den Seiten des Schädels entlang ziehende Schutzwehr. Bei grossäugigen Schollen macht sie sich im vorderen Schädel-Abschnitt weniger bemerkbar. Wo sie aber, wie bei Rhombus aculeatus, beiderseits in ganzer Länge kräftig mit rauhen Flächen entwickelt ist, da ist die äussere Form des Schädels der Plattfische sehr wesentlich von ihm abhängig. Aus diesem Grunde füge ich noch einige Bemerkungen darüber zum Schluss hinzu.

Am normal und symmetrisch gebauten Schädel der Teleostier (vergl. Figg. 1 u. 2) erweitern sich bekanntlich die Knochen der Schädeldecke und Stirnplatte lateralwärts zu leistenartigen Vorsprüngen (seitliche Randleisten des Schädels) (u, u^1, u^2), welche die Gelenkgrube für das Temporale Cuv. und die Augen mit den umgebenden Weichgebilden überdachen. Mit Rücksicht auf die so eben bezeichneten beiden Leistungen, auf die entsprechenden Modificationen in der Ausbildung und auf die Vergleichung mit den Plattfischen sind an diesen seitlichen Randleisten zwei Abschnitte zu unterscheiden: der hintere oder Schädelkapsel-Abschnitt (u^1) und der vordere oder Orbital-Abschnit (u^2); jener mag mit der Linea semicircularis, dieser mit den Supraorbitalen Rändern am Schädel höherer Wirbelthiere verglichen werden. Bei den Teleostiern wird der Schädelkapsel-Abschnitt durch das Os mastoideum (M) und Os frontale posterius (Fp) der Orbital-

Abschnitt durch das Os frontale medium (Fm.) und durch den Processus supraorbitalis (Fa') des Os frontale gebildet.

Bei den Plattfischen (Vergl. Figg. 3, 4, 5, 6, 7) ist der hintere Theil der Schädelkapsel bis zum Os frontale medium hin im Wesentlichen so symmetrisch normal gebaut, wie bei den übrigen Teleostiern. Zur Ausbildung der knöchernen Schutzwehren (zc) sind hier in erster Linie die Knochen des hinteren oder Schädelkapsel-Abschnittes der seitlichen Randleisten verwendet: also das Postfrontale (Fp) und das Mastoideum (M). Ausserdem schliessen noch an: durch rauhe Flächen ausgezeichnete Vorsprünge des Os parietale (P) und das Occipitale externum (Oe), so dass an diesem hinteren Abschnitte der knöchernen Schutzwehr im Ganzen 4 Schädelkapsel-Knochen betheiligt sind. (Vergl. Fig. 4, 5).

Am Orbitalabschnitt des Schädels der Plattfische ist das anatomische Verhalten wesentlich anders, als bei den Teleostiern. Eine Stirnplatte in der Scheitelgegend als continuirliche Fortsetzung der Schädelkapseldecke giebt es hier nicht; die Ossa frontalia media sind asymmetrisch rechts oder links dislocirt. In dieser dislocirten Stellung entwickeln sie keine seitlichen Randleisten zur Ueberdachung der Orbitalgruben. Der Orbitalabschnitt der seitlichen Randleisten des Schädels der übrigen Teleostier fällt aus. Nur das Praefrontale der Augenseite bildet durch seinen Processus supraorbitalis bei einigen Species z. B. bei Rhombus podas einen gut formirten Supraorbitalrand für das in der Regel kleinere, vordere Auge der entsprechenden Körperhälfte und für die dazugehörige Augengrube.[1]) (Vergl. Fig. 7). Diese supraorbitale Randleiste tritt für sich ganz abgeschlossen an der zugehörigen Körperhälfte auf, sie setzt sich nicht in einen Supraorbitalrand des entsprechenden Frontale medium fort; sie findet auch nicht

---

1) In der vom Verfasser autorisirten deutschen Ausgabe des Huxley'schen Handbuchs der Wirbelthiere; Breslau 1873: S 24, Fig 10 ist die Lage dieses Auges und der Augengrube von Platessa vulgaris an unrichtiger Stelle bezeichnet Uebrigens gehört der abgebildete Schädel nicht zu Platessa vulgaris (Vergl. Fig. 7 der beigefügten Tafel), sondern zu Rhombus aculeatus (Vergl. Fig. 3).

eine homolege Bildung am Frontale medium und Praefrontale der anderen Körperhälfte (augenfreie Seite). Die knöchernen Schutzwehren in der Orbitalregion „Figg. 4, 5, 6, 7, zo) des Schädels treten daher als voneinander gesonderte selbstständige Bildungen an den beiden Knochenzügen auf, die bei Plattfischen von der Schädelkapsel zum Os ethmoideum verlaufen. Sie schliessen sich unmittelbar an die beiden hinteren Abschnitte der knöchernen Schutzwehren an und zwar so, dass die Schutzwehr der Augenseite stets auf den Zug der dislocirten mittleren Stirnbeine (Fmo), die der augenfreien Seite auf die infraorbitale Knochenbrücke (Fm[1] u. Fa[4]) sich fortsetzen. Beide orbitalen Schutzwehren vertreten aber nicht allein die asymmetrisch ausgebildeten Seiten dieser Kopfgegend, sondern auch die beiden darin enthaltenen Körperhälften; denn die infraorbitale Knochenbrücke vertritt stets die eine, rechte oder linke (je nachdem die Augen u. s. w. verschoben sind) Körperhälfte, und am Stirnbeinzuge betheiligen sich nur diejenigen Stirnbeine (Frontale medium und Praefrontale) an der Bildung der Schutzwehr, die zur anderen Körperhälfte gehören — also genau entsprechend dem Anschluss an die symmetrisch gestellten bilateralen Schädelkapsel-Abschnitte der knöchernen Schutzwehren. Dieser Anschluss wird an der augenfreien Seite durch den, mit den Randleisten des Postfrontale sich verbindenden Processus infraorbitalis des Frontale medium, an der Augenseite dagegen durch einen dem Frontale medium dieser Körperhälfte eigenthümlichen Randfortsatz bewerkstelligt.

Die orbitalen knöchernen Schutzwehren sind demgemäss an beiden Körperhälften und Kopfseiten vom Os frontale medium und Praefrontale in bilateral-symmetrischer Construction gebildet, — aber auf sehr verschiedene Weise: auf der augenfreien Seite und Körperhälfte von den hier allein bei Plattfischen vorkommenden Processus infraorbitales des Frontale medium und Praefrontale; auf der Augenseite von dem Frontale medium und von dem bei Plattfischen vornehmlich auf dieser Seite kräftig entwickelten Processus supraorbitalis (Fa[1]) des Praefrontale der entsprechenden Körperhälfte. Bei gross-

äugigen Schollen, wie z. B. bei Pleuronectes Platessa L, (Vergl. Fig. 7), bei Rhombus podas, bei Hippoglossus Citharus, wird die Schutzwehr der Augenseite für das zum Scheitel verschobene grössere Auge durch kräftig entwickelte Processus frontales des Os ethmoideum erweitert und zugleich die betreffende Augengrube vorn im Bogen abgeschlossen. (Vergl. Fig. 7). Zu dieser Abrundung der Orbitalgrube trägt sehr wesentlich auch das Praefrontale (Fig. Fa¹) der augenfreien Seite bei, indem es sich durch seinen, in solchen Fällen entsprechend ausgebildeten, Processus supraorbitalis mit dem Processus frontalis (Fig. 7: E²) des Os ethmoideum seiner Körperhälfte in Verbindung setzt.

Die Form der orbitalen Schutzwehr variirt bei den verschiedenen Gattungen; die Grösse und die Scheitelstellung des verschobenen Auges, auf welches die Schutzwehr vornehmlich berechnet ist, erweisen sich dabei von besonderem Einfluss. Auf der Augenseite stellte sie sich in der Regel als ein verdickter glatter, oder in einzelnen Zähnchen und Stacheln vorspringender, gegen die Haut gewendeter Rand der Knochen dar, welche die Schutzwehr hier bilden. An der augenfreien Seite wenden die Processus infraorbitales nicht blos ihre Randpartieen (Vergl. Figg. 5, 7), sondern auch, wie z. B. bei Rhombus podas ihre Flächen der Haut zu.

Erklärung der Abbildungen.

Allgemeingültige Bezeichnungen.

Fm. Os frontale principale oder medium, mittleres Stirnbein;
Fmo. Augengruben-Abschnitt desselben;
Fmc. Schädelkapsel-Abschnitt;
Fmd. rechtes Frontale medium;
Fms. linkes Frontale medium;
Fa. Os frontale anterius oder Praefrontale, vorderes Stirnbein;
Fa¹. Processus supraorbitalis desselben;
Fa². Gelenkfortsatz für das Gaumenbein;

Fa^3. Der zum Sphenoideum basilare tretende Fortsatz.
Fp. Os frontale posterius oder Postfrontale, hinteres Stirnbein;
Fp^1. Processus orbitalis posterios mit der Gelenkfläche für den hintersten Knochen des Infraorbitalringes;
Fp^2. Gelenkgrübchen für das, zum Suspensorium des Unterkiefers gehörige Os temporale Cuv.
E. Os ethmoideum Cuv. der Teleostier;
E^1. Crista mediana desselben, die beide Geruchgrübchen von einander scheidet;
E^2. Processus frontalis.
Io. Septum interorbitale.
If. Knochen des Infraorbitalringes;
If^1. Der vorderste Knochen desselben, der sich mit dem Processus supraorbitalis des Praefrontale verbindet.
x. Gegend der Geruchgrübchen mit der Oeffnung, durch welche der N. olfactorius zur Schleimhaut des Grübchens hinzutritt;
y. Gegend der Augengruben;
y^1. Gegend, wo an der unverknöcherten vorderen Schädelkapselwand der Nervus opticus und N. olfactorius hervortreten.
P. Os parietale, Scheitelbein;
Sb. Sphenoideum basilare;
Ap. Ala parva Cuv.;
Am. Ala magna Cuv.
V. Vomer.
Ob. Occipitale basilare.
Ol. Occipitale laterale.
Os. Occipitale superius;
Os^1. Crista verticalis desselben;
Oe. Occipitale externum.
M. Os mastoideum.
z. Die bei Plattfischen (für die Seitenlage) an den Knochen der Schädelkapsel und Orbitalregion durch rauhe Ränder und Zacken u. s. w. gebildete „Schutzwehr."



Fig. 1. Schädel von Gadus callarias nach Entfernung der Knochen des Kiefergerüstes und der Ossa nasalia; die Knochen des infraorbitalen Halbringes sind erhalten, um die beschriebenen drei von der Schädelkapsel zum Os ethmoideum verlaufenden Knochenzüge des symmetrisch gebauten Schädels der Teleostier, — den interorbitalen medianen und die beiden lateralen oder infraorbitalen — zu veranschaulichen. — Ansicht von der Scheitelfläche. — Natürliche Grösse.
w. Der erste Rückenwirbel.
Fa^1. Der durch das Frontale medium hindurchschimmernde hintere Rand des Processus supraorbitalis ossis praefrontalis.

E^3. Hyalinknorplige, auf dem Vomer ruhende Partie des ethmoideum.

u. die „seitlichen Randleisten" an der Decke und der Stirnplatte des Schädels der Teleostier.

u^1. Schädelkapsel-Abschnitt.

u^2. Orbital-Abschnitt derselben.

Fm^1. Crista verticalis der Ossa frontalia media.

l. Zur Hautfläche vorspringende Lamellen der Knochen an der Decke der Schädelkapsel und an der Stirnplatte (Front. media); linkerseits sind sie zum grössten Theile entfernt.

Fig. 2. Seiten-Ansicht desselben Schädels nach Entfernung der Knochen des infraorbitalen Halbringes.

Ap^1. Ausschnitt am vorderen Rande der Ala parva, durch welchen der N. trigeminus aus der Schädelkapsel heraustritt.

E^3. und u. wie in Fig. 1.

Fig. 3. Schädel des Rhombus aculeatus nach Entfernung der Knochen des Kiefergerüstes und der Ossa nasalia. — Ansicht der Scheitelfläche. Natürliche Grösse. — Der hintere Theil der Schädelkapsel bis zu den Ossa frontalia media stimmt im Allgemeinen mit dem des Gadus calarias überein; in der Augengegend zeigen sich erst die durch die symmetrische Dislocation herbeigeführten Unterschiede. Statt drei von der Schädelkapsel zum Os ethmoideum und dem Vomer verlaufende Knochenbrücken sind nur zwei vorhanden: die eine zieht an der Augenseite und ist die, vom Scheitel dahin verschobene, mediane oder interorbitale Knochenbrücke der Teleostier; die zweite gehört der zum Scheitel heraufgerückten, Infraorbitalregion der augenfreien Seite und hier rechten Körperhälfte an, wird aber nicht von den Knochen des infraorbitalen Halbringes, sondern durch die vicariirend dafür auftretenden Processus infraorbitales des Frontale medium (Fm^1) und des Praefrontale (Fa^4) der rechten Schädelhälfte gebildet. Von dem infraorbitalen Halbring der linken Schädelhälfte sind bei Rhombus aculeatus einige rudimentäre, am Praefrontale sinistrum befestigte Kochenstücke vorhanden. — Die Stirnfortsätze (E^2) des Os ethmoideum bilden hier einen über die Crista mediana sich erhebenden, nach links gebogenen, stachelförmigen Vorsprung.

Fm^2. Processus infraorbitalis des (rechten) mittleren Stirnbeines der augenfreien Seite.

Fa^4. Processus infraorbitalis des (rechten) vorderen Stirnbeines der augenfreien Seite.

Fm^3. Crista verticalis accessoria des Frontale medium der augenfreien Seite (rechte Schädelhälfte.)

Fmm. Nach links verschobene mediane Nath der beiden Frontalia media.

Fms[1]. Die gegen die Augengrubenfläche vorgeschobene Partie des Frontale medium der Augenseite (linke Schädelhälfte.)

Fmo. Augengruben-Abschnitt des rechten Frontale medium.

Fig. 4. Ansicht der Augenseite desselben Schädels, also seiner linken Hälfte mit den asymmetrisch dislocirten Partieen der rechten. Die Figur veranschaulicht zugleich die Schutzwehrbildung der linken Schädelhälfte.

yd. Nach dem Scheitel aufgerückte Augengrube der rechten Schädelhälfte.

ys. Gegend der linken Augengrube.

rs. Hinter der linken Augengrube nach der Seitenwand der Schädelkapsel sich ausdehnende Region, die sich mit der Fossa spheno palatina und mit dem vorderen unteren Theile der Schläfengrube des Säugethierschädels u. s. w. vergleichen lässt; es ist die Gegend, nach welcher im Huxley'schen Handbuch der vergleichenden Anatomie irrthümlich die linke Augengrube verlegt ist.

zc. Schädelkapselabschnitt der knöchernen Schutzwehr;

zo. Orbitaler Abschnitt derselben.

Fmc. Randfortsatz des linken Frontale medium, durch welchen die Verbindung zwischen dem orbitalen und Schädelkapsel-Abschnitt der knöchernen Schutzwehr hergestellt wird.

Fig 5. Ansicht der augenfreien Seite (rechte Hälfte) desselben Schädels. Die Figur erläutert die Schutzwehrbildung dieser Seite und giebt eine Uebersicht über die Ausbreitung des Praefrontale (Fa) daselbst. Die Verbindung des orbitalen Abschnittes (zo) der Schutzwehr mit dem Schädelkapsel-Abschnitt (zc) wird durch den Processus infraorbitalis (Fm^2) des Frontale medium bewerkstelligt. Während das Frontale medium der Augenseite (Fig. 4 Fmc) durch seinen Randfortsatz mit 3 Knochen des Schädelkapsel-Abschnittes der Schutzwehr (Os parietale, Os postfrontale und Os mastoideum) sich verbindet, erfolgt hier nur eine Vereinigung mit dem Parietale und Postfrontale. — Bezeichnung wie in den Figg. 3 und 4.

rs. Die mit denselben Buchstaben an der Augenseite bezeichnete Region des Schädels, hinter und zugleich unter der zugehörigen, nach dem Scheitel verschobenen Augengrube gelegen.

Sb. Am Sphenoideum basilare bemerkt man die bei allen Plattfischen vorkommende stärkere Entwickelung der dieser Seite zugehörigen Lamelle.

Fig. 6. Ansicht der basilaren Fläche und der Seitentheile desselben

Schädels. In der Abbildung treten die rechten Seitentheile, also die der augenfreien Seite, übersichtlicher hervor.

Bezeichnung wie in den Fig. 3—5.

Fig. 7. Schädel von Pleuronectes Platessa L. (Platessa vulgaris) mit dem Kiefergerüst und den Nasenknochen. Die rechts gelegene Augenseite etwas von Oben her betrachtet. — Der Schädel vertritt die spezifische Form bei denjenigen Plattfischen, die sich durch die Grösse des nach dem Scheitel verschobenen Auges auszeichnen. Sie ist leicht daran erkennbar, dass sich an der Bildung und Abrundung der betreffenden linken Augengrube (ys) die Processus frontales (E^2) des Os ethmoideum und der Processus supraorbitalis (Fa^1) des Praefrontale der augenfreien Seite betheiligen. Die Augengrube des kleineren, vorderen, rechten Auges (yd) ist durch den erhaltenen, sehnigen Orbitalrand markirt. Hinter derselben liegt die, bei den Fig. 4 und 5 besprochene Regio sphenopalatina (rs). — Der Orbitalabschnitt (zo) der Schutzwehr zeigt einige stachelartige Fortsätze. Das rechte Frontale medium, dem diese Stacheln angehören, wendet eine viel grössere Knochenpartie (Fmd) der zum Scheitel verschobenen linken Augengrube zu (vergl. Fig. 3 Fms^1). Der zur Verbindung mit dem Schädelkapsel-Abschnitt (zc) entwickelte Randfortsatz dieses Stirnbeins erreicht nicht das Os mastoideum (Vergl. Fig. 4 Fmc.) — Natürliche Grösse.

Fmd^1. Dasselbe, wie Fms^1 in Fig. 3.

Io. nach rechts verschobenes Septum interorbitale.

Knochen des Suspensoriums des Unterkiefers:

1. Praeoperculum.
2. Os temporale Cuv.; Os quadratum aut.
3. Symplecticum Cuv.
4. Os jugale Cuvier.
5. Accessorische Knochenlamellen des Suspensoriums des Unterkiefers.
6. Unterkiefer, Maxilla inferior.
7. Os pterygoideum.
8. Os palatinum.

8*. Obere Gesichtsfortsätze des Os palatinum.

9. Os maxillare superius.
10. Os intermaxillare.
11. Os nasale.

Ueber Magengährung und Bildung von Magengasen mit gelb brennender Flamme.[1]

Von

Dr. C. Anton Ewald,

I. Assistenzarzt der med. Klinik und Privatdocent a. d. Universität Berlin.

(Aus dem chem. Laboratorium der unter Leitung des Hrn. Prof. Frerichs stehenden Universitäts-Klinik.)

So alt die Erfahrung ist, dass bei gewissen Krankheiten eine bedeutende Gasentwickelung im Magen auftreten kann, welcher man selbst unter dem Namen der Pneumatosis ventriculi einen selbständigen Platz anweisen zu müssen glaubte, so neu scheint eine genaue analytische Untersuchung mit Berücksichtigung der quantitativen Verhältnisse der hierbei entstehenden gasförmigen Producte zu sein. Ich finde zwar in sämmtlichen mir zugänglichen Handbüchern und Monographien über diesen Gegenstand die Qualität der gefundenen oder zu erwartenden Gase richtig angegeben, quantitative Analysen von Magengasen magenkranker Menschen habe ich dagegen nur zwei auffinden können, man müsste denn etwa die von Magendie und Chevreul[2]) mit den Magengasen eines Hinge-

1) Die vornehmlichsten Resultate dieser Untersuchung wurden bereits von Hrn. Geh. Rath Prof. Frerichs in der Sitzung des Charité-Vereins vom 30. April d. J. mitgetheilt.

2) Nouveau Bulletin d. l. societé philomatique 1814 t. iv. p. 129. Note sur les gaz intestinaux de l'homme sain.

richteten angestellte Analyse hierzu rechnen wollen, von der Frerichs und Blondlot[1]) gewiss mit Recht meinen, dass es sich vor dem Moment des Todes wohl kaum um den normalen Zustand der Verdauung handeln könne. Indessen dürfte dieser Analyse, wie schon Planer[2]) hervorhebt, wegen der Unsicherheit der zu jener Zeit üblichen Methoden ein grösserer Werth überhaupt nicht beizulegen sein. Weit eher würde hierher eine gelegentliche Beobachtung gehören, welche Regnault und Reiset[3]) während ihrer berühmten Respirationsversuche machten. Ein Hund hatte, während er sich in der Glocke ihres Apparates behufs Untersuchung seiner Athemproducte befand, eine „indigestion" und brach seine ebengenossene Nahrung mehrere Male aus, um sie, wie so häufig bei Hunden, sofort wieder zu verschlingen. Er schien dann während des weiteren Verlaufes des Experimentes ganz wohl zu sein. Zu ihrer Ueberraschung fanden Regnault und Reiset der gesammten Menge der im Apparat befindlichen Luft ein nicht unbeträchtliches Theil Wasserstoff — 3·82°/₀ oder nahezu 2 Litres absolut — beigemengt. Nach ihrer Ansicht ist mit dem Process der Magenverdauung stets eine Entwickelung von Wasserstoff verbunden, welcher aber „sous l'influence des matières en fermentation" von Neuem verbrannt wird. Diesem Schicksal würde das Gas in vorliegendem Falle durch das Ausbrechen entgangen sein. Es ist wohl überflüssig dieser etwas abenteuerlichen Annahme, für die der Process der Magenverdauung keinerlei Anhaltspunkte bietet, weiter nachzugehen. Einfacher und ungezwungen lässt sich der gefundene Wasserstoff entweder auf Flatus beziehen, welche das Thier unbemerkt von den Experimentatoren ausstiess oder einer wirklichen Magenerkrankung des Hundes zuschreiben.

Von den oben angezogenen Analysen ist die eine von

1) Wagner's Hdwtb. d. Physiolog. Artik. „Verdauung" S. 866.

2) Planer, die Gase des Verdauungsschlauches und ihre Beziehung zum Blute. Sitzgber. der Wiener Akademie, Math.-Naturw. Classe. Bd. 42. 1860.

3) Regnault et Reiset, Recherches chim. d. l. respir. d. animaux d. div. classes. Annal. d. chim. et phys. III. sér. 1849 t. XXVII.

Carius[1]) die andere von Popoff[2]) ausgeführt worden. Beide beziehen sich auf Gase, welche mit der schwach bläulichen Flamme des Wasserstoffes brannten. Ructus, welche angezündet mit der hellen gelben Flamme eines an Kohlenstoffpartikelchen reichen Gases brennen, scheinen überhaupt noch nicht beobachtet zu sein. Dagegen findet sich ein Fall von Bally, Emphyséme général formé par un gaz combustible[3]), wo das aus dem Unterhautzellgewebe des Schenkels, Gesässes und Scrotums, so wie das durch Punction des Abdomen gewonnene Gas mit einer an ihrer Basis blauen, oben weissen Flamme brannte. Eine analytische Untersuchung dieser Gase wurde indessen nicht angestellt.

Um so interressanter musste es sein als Hrn. Geh. Rath Prof. Frerichs durch die Güte des Collegen Wernich ein Herr zugeschickt wurde, welcher mit den gewöhnlichen Symptomen einer Magenektasie das überraschende Phänomen verband, Ructus zu exhaliren, die angezündet mit einer hellen Flamme brannten, welche nur durch ein etwas weiss-gelblicheres Ansehen von der Flamme einer gewöhnlichen Lampe unterschieden war, aber doch eine solche Lichtstärke besass, dass sie bei Tagesbeleuchtung deutlich gesehen werden konnte. Die Erzeugung dieses Gases war gewissermassen intermittirend d. h. es wechselten Tage, an welchen der Kranke per os et anum beträchtliche Mengen Gas entleerte, mit solchen ab, an denen er eine grosse Quantität flüssigen, sauren Mageninhaltes auszubrechen genöthigt war, oder wie er sich drastisch ausdrückte „bald war die Essig-, bald die Gasfabrik bei ihm im Gange."

Man durfte unter diesen Umständen von einer Untersuchung der Exhalationsproducte so wie des Inhaltes des Magens,

---

1) Carius, Ueber Buttersäuregährung im Magen eines Kranken. Verhdlg. des naturhistor. Vereins z. Heidelberg IV. 6—8.

2) Popoff, ein Fall von Stenosis pylori mit consecutiver Erweiterung des Magens und Aufstossen von entzündbaren Gasen. Aus der Klinik d. H. Prof. Botkin in Petersburg. Berl. Klin. Wochenschr. 1870. Nr. 38—40.

3) Arch. générales d. méd. 1831 t. XXV. p. 129.

wenn nicht einen Einblick in eine bisher noch nicht gekannte Art der Magengährung, so doch jedenfalls die Klarlegung eines ganz abweichend von dem Bekannten verlaufenden Zersetzungsprocesses erwarten.

Hr. Geh. Rath Frerichs hatte die Güte mich und meinen Collegen Hrn. Dr. Rupstein mit dieser Untersuchung zu betrauen. Von letzterem ist die Prüfung des flüssigen Mageninhaltes vorgenommen worden.

Indem ich im Folgenden die Resultate unserer Analysen referire, sehe ich von der speciell klinischen und therapeutischen Seite unserer Beobachtungen, welche dem Bekannten Nichts Neues hinzufügen könnte,[1]) ganz ab, und bemerke nur, dass der Patient bereits nach neunmaliger Anwendung der Magenpumpe aufhörte, brennbare Gase zu produciren, wodurch unserer Untersuchung ein zwar erfreuliches aber unfreiwilliges Ende gesetzt wurde. Es genüge hier zu bemerken, dass der Patient seit Jahren leidend, aber verhältnissmässig wenig heruntergekommen, als er beim Anstecken einer Cigarre zufällig aufstossen musste, zum ersten Mal zu seiner nicht geringen Verwunderung die Brennbarkeit seines Ructus constatirte, und immer wieder, so auch unmittelbar vor der am 10. März 1874 behufs der Untersuchung entnommenen Portion, demonstriren konnte. Durch unangenehme Erfahrungen gewitzigt, pflegte er, um seinen Bart vor Verbrennung zu schützen, ein kleines Papierröhrchen in den Mund zu nehmen und so gewissermaassen einen Brenner herzurichten, aus dessen Ende dann die angezündete Flamme hervorschlug. Er war übrigens nebenbei bemerkt, bisher mit Ausnahme eines vor langer Zeit gemachten Versuches die Magenpumpe anzuwenden, nur „innerlich" behandelt worden.

Die Aufsammlung des Gases geschah durch eine mit Quecksilber gefüllte mit einem Seitenansatz versehene Röhre, deren eines Ende unter Quecksilber in eine Eudiometer-Röhre mün-

---

1) Auch die dem Wiederabdruck der Carius'schen Beobachtung angefügte Krankengeschichte des von Carius untersuchten Falles durch Hrn. Schultze (Berl. Klin. Wochenschr. 1874 Nr. 27) bringt nur Bekanntes.

dete. Durch ein Mundstück blies der Patient das hochkommende Gas bei zugehaltener Nase in die Röhre hinein. Die ersten Portionen wurden durch die Seitenröhre zur Verdrängung aller atmosphärischen Luft in's Freie geleitet, beim nächsten Ructus durch Oeffnen bez. Schliessen passend angebrachter Klemmen die Eudiometer-Röhre gefüllt. Die Menge des auf einmal geförderten Gases betrug zwischen 100 und 150 Ccm. Die weitere Untersuchung geschah dann nach den Bunsen'schen Methoden die Absorption des Sauerstoffs immer mit Kaliumpyrogallat). (Die Anwesenheit von Schwefelwasserstoff wurde durch Aufleiten der Gase auf feuchtes Bleipapier geprüft. Indessen ist hier noch eine Besonderheit des vorliegenden Falles zu berücksichtigen. Das Leuchten der Flamme wird zum wenigsten durch Verbrennen des gewöhnlichen Grubengases (Methylwasserstoff, CH_4) sondern vornehmlich durch das oelbildende Gas (Aethylen C_2H_4) bedingt, indem letzteres bei der Verbrennung zu Grubengas und Kohle $C_2H_4 = CH_4 + C$ zersetzt wird [1]) Beide Körper unterscheiden sich aber für uns sehr wesentlich dadurch, dass das Grubengas bei der Verbrennung mit Sauerstoff zu 1 Volumen Kohlensäure, das Aethylen zu 2 Volum. Kohlensäure auf je 2 Vol. des ursprünglichen Gases verbrennt. Die gewöhnlich zur Berechnung des Wasserstoffs, Stickstoffs und Kohlenwasserstoffs benutzte Bunsen'sche Methode ist aber auf die obenerwähnte Eigenschaft des Grubengases gegründet. Man konnte sie daher nicht ohne weiteres verwenden, sondern musste eine besondere Prüfung auf etwa vorhandenes Aethylen vorausschicken. Die Menge desselben schwankt im Leuchtgas aus gewöhnlicher Steinkohle zwischen 2 und 5%, jedoch genügen schon weit kleinere Mengen, ja schon Spuren desselben um eine hell brennende Flamme zu erzeugen [2]) Ich

---

1) Vergl. hierzu die Hdb. der Chemie, besonders Kekulé, Lehrb. d. org. Chemie, Bd. 1. S. 631.

2) Vergl. hierzu Knapp, chem. Technologie Bd. I. S. 84, p. 134 ff. Genaue Angaben über die nöthige Menge von Aethylen konnte ich nicht finden. Rückschliessend geht aus meinen Analysen hervor, dass dieselbe in der That ausserordentlich gering sein kann.

glaube es daher nicht als einen analytischen Fehler auffassen zu sollen, wenn ich in beiden Proben durch die Absorption mit wasserfreier Schwefelsäure in concentrirter wasserhaltiger nur Spuren von Aethylen nachweisen konnte und die bei Verbrennung mit Sauerstoff stattfindende Contraction ganz und gar auf Rechnung von Grubengas gesetzt habe.

Folgendes sind die Resultate der Analysen, welche sich auf zwei etwa eine halbe Stunde auseinanderliegende „Eruptionen" beziehen, in Volumprocenten ausgedrückt:

	I. Portion.	II. Portion.
Kohlensäure . . .	17·40 . . .	20·57
Wasserstoff . . .	21·52 . . .	20·57
Grubengas	2·71 . . .	10·75
Oelbild. Gas . . .	Spuren . .	0·20
Sauerstoff	11·91 . . .	6·52
Stickstoff	46·44 . . .	41·38

Schwefelwasserstoff war beide Mal durch ziemlich intensive Bräunung des Bleipapiers, aber nicht durch den Geruch nachweisbar. Der Patient hatte an diesem Tage Caffee mit etwas Buttersemmel, Bouillon, ganz wenig geschmortes Rindfleisch und abermals Caffee mit etwas trockener Semmel zu sich genommen und behauptete, immer nach dem Genuss von Bouillon oder Fleisch eine stärkere Gasentwickelung wie bei gänzlicher Abstinenz von animalischer Nahrung zu haben. Er brachte uns sodann zwei Portionen erbrochenen Mageninhaltes, deren eine er am Morgen nüchtern, deren andere er um 4 Uhr Nachmittags etwa 2 Stunden nach dem Essen ausgebrochen hatte. Die erste derselben, welche sofort nach dem Erbrechen in Eis gesetzt worden war, gegen 180 Ccm., hatte ein trübes gelbbraunes Ansehen und einen schwer zu beschreibenden stechenden nicht gerade sauren Geruch und saure Reaction. Mikroskopisch enthielt dieselbe alle die bekannten Elemente anomalen Mgaeninhaltes, von denen nur massenhafte Sarcina und Mycoderma-Vegetationen, sowie zahllose bacterienartige Elemente (der Pilz der Milchsäuregährung Pasteur's?[1]) nament-

---

[1] Pasteur, nouveaux faits pour servir à l'histoire de la levûre lactique, Comptes rend. t. XLVIII. p. 337. Janv.-Juin 1859.

lich angeführt werden sollen. Zufolge der Unmöglichkeit das Erbrochene sofort in Untersuchung nehmen zu können, so wie der Schwierigkeit, welche sich in dem Gewirr der verschiedenen hier von Botanikern und Chemikern beschriebenen Pilzformen auch dem Geübteren bei eingehender Untersuchung entgegenstellt, haben wir von einem weiteren Verfolg der Frage nach dieser Richtung hin ganz Abstand genommen. Das Erbrochene wurde nun von Hrn. Dr. Rupstein nach folgenden Methoden verarbeitet:

„Eine kleine Probe desselben wurde filtrirt. Das Filtrat erlitt beim Kochen eine schwache, von Eiweiss herrührende Trübung, von Jod-Jodkalium-Lösung wurde es schön weinroth gefärbt und zeigte bei der Moore'schen und Trommer'schen Probe einen reichen Zuckergehalt. Die ganze übrige Menge wurde in der Retorte, um jeder weiteren Zersetzung vorzubeugen, rasch bis zum Aufkochen erhitzt und überdestillirt.

Nachdem in der Vorlage ungefähr 50 C.C. sich angesammelt hatten, wurde die Flüssigkeit in der Retorte von neuem mit Wasser versetzt und so lange destillirt, bis das Thermometer, dessen Kugel in dieselbe eintauchte, auf 125° stieg. Das sauer reagirende Destillat erforderte zur Neutralisation 6,8 C.C. Natron-Lauge, welche 0,068 Gr. Oxalsäure entsprachen. Diese Lösung wurde zur Trockne eingedampft und der Rückstand mit Alkohol versetzt, in welchem er sich bis auf einen minimalen Rest löste; nachdem dann wiederum eingedampft war, blieb eine geringe Menge einer strahligen Krystallmasse zurück. Einige Körnchen derselben mit arseniger Säure im Glasröhrchen erhitzt entwickelten den Geruch des Kakodyloxyds. Das Uebrige wurde in Wasser gelöst und erwies sich beim Erwärmen mit Silbernitrat als frei von Ameisensäure, gab aber mit Eisenchlorid eine rothe Färbung und beim Kochen dieser Lösung einen braunen Niederschlag. Es war somit die Gegenwart der Essigsäure erwiesen.

Das in der Retorte Gebliebene wurde nun zur Untersuchung auf Milchsäure mit Alkohol ausgezogen, die abgegossene Lösung zum Syrup verdunstet und wiederholt mit Aether und Schwefelsäure geschüttelt; nach dem Abdestilliren des Aethers

der in Wasser gelöste Rückstand mit Bleiessig ausgefällt, durch das wasserhelle Filtrat Schwefelwasserstoff geleitet und aus der vom Schwefelblei abfiltrirten Flüssigkeit auf dem Wasserbade die Essigsäure entfernt. Da sich im milchsauren Kalk die Menge der Base mit grösserer Schärfe bestimmen lässt, als im Zinksalz, so wurde die nun erhaltene Lösung mit kohlensaurem Kalk gekocht, das Filtrat bei 100° concentrirt und zum Krystallisiren in die Kälte gesetzt. Am folgenden Tage war das Kalksalz in Form zu Warzen vereinigter Nadeln angeschossen; nachdem es von der geringen Mutterlauge getrennt und mit Fliesspapier abgepresst war, wurde es bei 120° getrocknet und wog schliesslich 0,856 Gr. Hiervon wurden 0,358 Gr. im Platintiegel abgewogen und anfangs schwach erhitzt, dann mit Hülfe eines Gebläses 10 Minuten lang im Glühen erhalten; nachdem der gut bedeckte Tiegel eine Viertelstunde lang über Schwefelsäure gestanden hatte, wurde er wieder gewogen, und es ergaben sich 0,1571 Gr. CaO, also 43,90% statt der für den milchsauren Kalk berechneten 43,41%. Bei einer zweiten Bestimmung ergaben 0,490 Gr. trockner Substanz 0,1707 Gr. CaO, also 43,77%. —

Die zweite Portion bestand aus 500 Ccm. einer trüben, weisslich-gelben, dickflüssigen Masse. Die oberste Schicht dieser Flüssigkeit wurde mikroskopisch auf etwa darin enthaltene Fetttröpfchen untersucht; nur ganz vereinzelte Fettkügelchen fanden sich, die fast alle Krystallconglomerate in ihrem Centrum zeigten. — Die Reaction war stark sauer; ein stechender, eigenthümlich saurer Geruch wurde wahrgenommen, und ein über die Flüssigkeit gelegtes, mit Bleiessig getränktes Stück Fliesspapier liess nach einigen Minuten unzweifelhaften Schwefelwasserstoff-Gehalt erkennen. Im Filtrat liess sich mit Jod merkwürdigerweise kein Dextrin nachweisen, aber mit Kupferlösung viel Zucker.

Die ganze Masse wurde nun (eine Stunde nachdem sie ausgebrochen war) in einer geräumigen Retorte mit Weinsäure und Wasser versetzt und rasch zum Kochen erhitzt. Die Retorte wurde dann mit einem Chlorzink-Bade umgeben, dessen Temperatur stets auf 125° erhalten wurde, und nachdem

ungefähr 150 Cc. abdestillirt waren, neues Wasser nachgegossen. Das Uebergehende reagirte stets sauer, besonders stark gegen das Ende der Operation; man bemerkte in der klaren Flüssigkeit schwimmend eine ziemliche Zahl weisser Flöckchen, die beim Neutralisiren mit Natriumcarbonat verschwanden. Die so erhaltene Lösung wurde eingedampft, und der Rückstand mit Alkohol ausgezogen; ein geringer dabei zurückbleibender Rest bestand aus kohlensaurem Natron und Kochsalz. Der Alkohol wurde wiederum verdunstet, der Rückstand in wenig Wasser gelöst, mit Schwefelsäure versetzt (wobei keine öligen Tropfen oder Flocken sich ausschieden), dann destillirt, und die übergegangenen Säuren genau auf die in Hoppe-Seyler's Handbuch (3. Auflage 1870. S. 79) angegebene Weise in ihre Bariumsalze verwandelt. Die concentrirte Lösung der letzteren schied alsbald Krystalle ab, von denen die Mutterlauge abgegossen wurde und von neuem Krystalle absetzte; auch die von diesen abgegossene Lösung bildete zum dritten Male beim Stehen an der Luft Krystalle. In jeder dieser Portionen des Bariumsalzes wurde der procentische Gehalt an Metall durch Wägung des Sulfates bestimmt, und in der ersten Krystallisation 43,87%, in der zweiten 42,56% und in der dritten 42,11% Barium gefunden. Da die für den buttersauren Baryt berechnete Menge Bariums 44,05% beträgt, so ist es klar, dass es sich hier um Buttersäure handelte, nur verunreinigt durch eine geringe Menge einer oder mehrerer höherer homologen Säuren. Ausserdem wurde noch der Buttersäure-Gehalt der zuletzt gebliebenen Mutterlauge dadurch erwiesen, dass dieselbe mit einem Gemisch von Alkohol und concentrirter Schwefelsäure erwärmt deutlich den Geruch nach Ananas erkennen liess. Die drei Portionen des Bariumsalzes zusammen machten ungefähr 2,3 Gr. aus; diese Zahl repräsentirt jedoch noch nicht den ganzen Buttersäure-Gehalt der ursprünglichen Flüssigkeit, weil diese nicht so weit erhitzt werden durfte, dass man bei der Destillation hätte alle Buttersäure (die erst bei 156° — 157° siedet,) übertreiben können."

Bekanntlich bilden die stickstofflosen Körper das Substrat aller abnorm im Magen vorkommenden Zersetzungen,

indem sie sich nach zwei Richtungen hin zerspalten können, einmal durch die Einleitung der sogenannten Milchsäure- und Buttersäure-Gährnng, wobei der Formel nach gleiche Volumina Kohlensäure und Wasserstoff frei werden, sodann durch die alkoholische und Essig-Gährung, welche in letzter Instanz zur Bildung von Kohlensäure und Essig führen würde [1]). Die stickstoffhaltigen Substanzen betheiligen sich nach der allgemeinen Annahme nur dadurch, dass sie in Folge gestörter oder verhinderter Peptonisirung den Anstoss zu obigen Processen geben, eine Art fermentativer Wirkung entfalten. Natürlich verlaufen diese Reactionen nicht so glatt und rein wie die chemische Formel verlangt, sondern nebenbei entstehen auf der einen Seite die Homologen der Fettsäure-Reihe, (Essigsäure, Ameisensäure, Capron-, Caprylsäure) auf der anderen Glycerin und Bernsteinsäure. Je nach dem Ueberwiegen des einen oder des anderen Gährungsvorganges, also doch wohl je nach der Beschaffenheit der zuletzt aufgenommenen Nahrung, wird man die einen oder die anderen vorwiegend finden. Von den Körpern, die man hiernach im flüssigen Mageninhalt erwarten darf und in der That auch häufig gefunden hat [2]), haben wir Milchsäure, Buttersäure, und wahrscheinlich höhere Homologe, ausserdem Dextrin, Stärke und Albuminate nachgewiesen.

Auch unsere Resultate stehen also ebenso wie die von Schultzen [3]) und Wilson [4]) für das Zusammenlaufen verschiedener Gährungsprocesse ein, indem wir sowohl die Producte der Milch- und Buttersäure- als auch der Alkohol-Gährung ge-

---

1) Wir verdanken die Uebertragung dieser sog. Gährungsgleichungen auf die Vorgänge des krankhaften Organismus der classischen Arbeit Frerichs' über die Verdauung, Wagner's Hdwtbch. d. Physiolog. Art. „Verdauung" S. 66.

2) Vergl. die Analysen von Frerichs a. a. O ; Schottin, Wunderlich's Arch. 1860; O. Schultzen, dies Arch. 1864 p. 491, Mittheilungen aus d. chem. Laborat. d. Universitätsklinik; Budd, on the organic diseases and functional disorders of the stomach. p. 230.

3) Schultzen a. a. O.

4) Budd a. a. O., wo auch eine Reihe weiterer Analysen verzeichnet ist.

funden haben[1]). Der directe Nachweis des Alkohols wurde wegen der Unsicherheit der Methode für kleinere Mengen unterlassen, indessen schliesst das Vorkommen der Essigsäure das des Alkohols in sich ein. Das Destillat, welches aus später erbrochenen Massen gewonnen wurde, gab sowohl die charakteristische smaragdgrüne Farbe beim Vermischen mit chromsaurem Kali und Schwefelsäure als auch die eigenthümlichen Krystalle des Jodoforms, was freilich aus dem angeführten Grunde nicht viel beweisen will[2]).

Mit diesen Resultaten stehen die Ergebnisse der gasometrischen Analyse in gutem Einklang. Alle Forscher, welche Magengase untersucht haben, sind darin einig, den gefundenen Stickstoff und Sauerstoff der mit den Speisen verschluckten atmosphärischen Luft zuzuschreiben. Auch meine Werthe stimmen nahezu mit der Zusammensetzung derselben überein — 11·91 statt 12·85 und 6·72 statt 10·97 Sauerstoff, auf den gefundenen Stickstoff berechnet — indem hier das wahre Verhältniss beider Grössen durch Absorptionsdifferenzen verschoben sein mag. Was die Kohlensäure und den Wasserstoff betrifft, so legt Carius[3]) ein grosses Gewicht auf die auch in meinen Analysen sehr ausgesprochene Uebereinstimmung der für diese

---

1) Die Bemerkung von Demarquay, dass im Magen keine alkoholische Gährung vorkäme, ist sowohl durch unsere wie Schultzen's (a. a. O.) Analysen widerlegt. Demarquay, Essai de pneumatologie médicale, p. 72.

2) Man stellt die Jodoform-Reaction am einfachsten durch Zusatz einiger Tropfen einer Jod-Jodkaliumlösung bis zur gelbbraunen Färbung und Zufügen von Kalilauge bis zur Entfärbung an. Die Krystalle scheiden sich als hellgrüner Bodensatz ab. Man erhält sowohl die Jodoform- als auch die Chromsäure-Reaction aus dem Destillat seröser und eitriger Flüssigkeiten, z. B. aus pleuritischen Exsudaten. Der sichere Nachweis von Alkohol in denselben ist mir auch bei sehr grossen verarbeiteten Mengen noch nicht gelungen, obgleich das Verschwinden des Zuckers aus eitrigen Exsudaten (vergl. C. Bock, Ueber den Zuckergehalt der Oedemflüssigkeiten, dies Arch. 1873, S. 620) eine solche Untersuchung nicht ungerechtfertigt erscheinen lassen dürfte.

3) Carius a. a. O.

Gase erhaltenen Werthe, indem er beide Factoren nach der oben angeführten Formelgleichung als directe Producte der Milch- und Buttersäure-Gährung auffasst. Dieser Annahme, gegen welche in unserem Falle schon die absolute Gleichheit der Werthe meiner zweiten Analyse sprechen würde, welche zufolge der verschiedenen Absorptions- und Diffusions-Grössen beider Gase nicht statt haben könnte, ist durch die Versuche Paschutin's[1]) auch für die Carius'sche Beobachtung der thatsächliche Boden entzogen worden, indem sich gezeigt hat, dass selbst bei rein buttersaurer Gährung das Verhältniss der Kohlensäure zum Wasserstoff den Forderungen der theoretischen Formelgleichung nicht entspricht, sonderer letzterer von der Kohlensäure etwa 2·7 mal an Menge übertroffen wird. Um so weniger Bedeutung möchte ich dem gefundenen Volumverhältniss in unserem Fall zumessen, wo nachgewiesener Maassen zwei Arten der Gährung bestanden und kein Kriterium dafür vorhanden ist, wie weit die hochkommenden Gase der augenblicklichen Gährung oder bereits abgelaufenen Processen angehörten.

Wie dem auch sei, bislang bewegten sich unsere Resultate immer noch in den Grenzen des Bekannten und leicht zu Uebersehenden. Auf ein vollkommen neues Gebiet führt uns aber das zweifellos constatirte Vorkommen grosser Quantitäten von Kohlenwasserstoffen, welche bisher noch nicht in Magengasen beobachtet wurden[2]).

Eine Reihe französischer Forscher — Magendie und und Chevreul[3]), Vauquelin[4]), Leuret und Las-

1) Victor Paschutin, Einige Versuche über die buttersaure Gährung. Pflüger's Arch. VIII S. 356 ff.

2) Carius a. a. O. hat allerdings 0,2—0,3 Procent Grubengas nach der Rechnung seiner Analyse erhalten, legt dem aber gewiss mit Recht keinerlei Bedeutung zu, weil so kleine Werthe nahezu innerhalb der Beobachtungsfehler liegen.

3) Note sur les gaz intestinaux etc. l. c.

4) Mémoires du Muséum d'histoire naturelle, 1817. t. III. p. 279.

saigne[1]), Chevillot[2]) — haben allerdings Kohlenwasserstoffe als regelmässigen Inhalt des Dünn- und besonders des Dickdarmes angegeben, so dass man unter krankhaften Verhältnissen und mit Hülfe antiperistaltischer Bewegungen an eine Art Regurgitation derselben zum Magen glauben könnte. Indessen, abgesehen davon, dass von einer derartigen Antiperistaltik bei unserem Patienten keine Rede war, hat Planer[3]) nur einmal in der Leiche eines an Tuberculose Verstorbenen im Dickdarm einen Kohlenwasserstoff (12·88 %) nachweisen können; bei Hunden hatte sich aber selbst nach zwölftägiger Unterbindung des Dickdarms kein CH_4 entwickelt und „scheint ein sehr langer Aufenthalt der Faecalstoffe im Darm znr Bildung dieses Gases erforderlich zu sein“[4]). Nun hat freilich E. Ruge[5]) das Vorkommen von Kohlenwasserstoffen m Dickdarm des lebenden Menschen in überzeugender Weise dargethan und zugleich die Planer'schen Angaben durch die Bestätigung, dass die Kohlenwasserstoffe im Hundedarm fehlen, in interessanter Weise bewahrheitet, aber da sich seine Analysen auch nur auf Dickdarmgase beziehen, da für die Dünndarmgase das Vorhandensein von Kohlenwasserstoffen nicht erwiesen ist und da endlich vom Dickdarm bis zum Magen ein gar zu weiter Weg ist, so dürfen wir die Annahme einer Regurgitation der Gase aus den Därmen in den Magen verwerfen und sind auf diesen selbst als Erzeuger derselben angewiesen. Leider geben uns die Chemiker über das wie? und warum? der Entstehung der Kohlenwasserstoffe in der Natur nur äusserst dürftige Angaben, die sich im Wesentlichen auf das bekannte Vorkommen derselben in stagnirenden, mit verwesenden organischen Substanzen verunreinigten Gewässern, wenn die Zersetzung bei mangelndem Sauerstoff statt-

1) Recherches pour servir à l'histoire de la digestion, Paris 1825.

2) Recherches sur les gaz de l'estomac et des intestins de l'homme à l'état de maladie. Gazette méd. 1833 p. 617.

3) A. a. O.

4) Planer a. a. O.

5) E. Ruge, Beiträge zur Kenntniss der Darmgase, Wiener Sitzgsb. Math.-Naturw. Classe. Bd. XLIV S. 740.

findet, beziehen. Dass in dem Magen unseres Kranken, welcher zeitweilig die bis zu 4 und 5 Tage vorher genossenen Speisen wenig verändert wieder ausbrach, ganz ähnliche Zustände sein müssen, ist sicher, und damit wären die Bedingungen zur Erzeugung der Kohlenwasserstoffe, welche in den Temperaturverhältnissen des Magens gewiss eine bedeutende Unterstützung findet, gegeben. Es handelt sich aber darum, ob hierzu eine besondere Einwirkung der lebenden Magenwandung, etwa ein besonderer Einfluss des pathologisch veränderten Secretes, der Circulations- und Resorptionsverhältnisse nothwendig ist, oder ob sich die Bildung von Kohlenwasserstoffen auch ausserhalb des Organismus aus dem Mageninhalt oder aus der Verbindung desselben mit animalischen und vegetabilischen Stoffen verfolgen lässt. Zu dem Zwecke wurden in grossen Glasglocken im Brütofen bei einer Temperatur von 37—40° C. sowohl 1) reiner Mageninhalt, als 2) das Filtrat desselben, sodann 3) Mageninhalt mit rohem fein zerhacktem einen Tag altem Fleisch, gekochtem Bohnenmehl und aufgeweichter Semmel zu gleichen Theilen und endlich 4) Mageninhalt mit altem Fleisch, Stärke und Speichel (beides zu einem Brei gekocht) zu gleichen Theilen angesetzt. In allen Glocken, mit Ausnahme der filtrirten nur wenig Gas bildenden Portion, entstand eine lebhafte Gährung, die nach etwa 8—10 Tagen aufhörte. Es wurden nun Proben des entwickelten Gases mit den nöthigen Cautelen aus den verschiedenen Kolben genommen und analysirt. Als Sperrflüssigkeit der Glocken war Quecksilber verwendet worden. Der zur Ueberführung des Gases aus den Glocken in die Eudiometer-Röhren verwandte Apparat, im Wesentlichen aus einer in der Mitte zur Kugel aufgeblasenen Glasröhre bestehend, in welche das Gas hineingesogen und sodann ausgepresst werden konnte, war mit Wasser gefüllt.

In keiner der analysirten Proben war Grubengas oder höhere Kohlenwasserstoffe nachzuweisen. Bleipapier wurde nur von dem aus der 3. Probe stammenden Gas gebräunt, welches auch allein angezündet mit blassblauer Flamme brannte. Die Analyse ergab für das aus dem Erbrochenen ohne Zusatz gewonnene Gas:

CO_2 . . . . . 80·77 pCt.
H . . . . . 2·10 „
N . . . . . 17·13 „

Für das aus der 3. Probe herrührende Gas:

CO_2 . . . . . 64·25 pCt.
H . . . . . 24·04 „
N . . . . . 11·69 „

Das Gasgemenge der 4. Probe zeigte sich aus:

CO_2 . . . . . 51·15 pCt.
H . . . . . 3·497 „
O . . . . . 2·91 „
N . . . . . 42·443 „

zusammengesetzt. Hier ist eine Beimischung atmosphärischer Luft beim Ueberführen nicht ausgeschlossen. Sehr befremdend erscheint in allen 3 Analysen der hohe Stickstoffgehalt, als welcher das Restgas nach Abzug des gefundenen Wasserstoffs verrechnet ist. Man könnte sich diesen Rest aus $N + NH_3$ zusammengesetzt denken, da ja die Zersetzung stickstoffhaltiger Körper unter NH_3-Bildung vor sich geht. Hiergegen spricht einmal die saure Reaction der Flüssigkeit in den Glocken nach Beendigung der Gährung, sodann der Umstand dass der elektrische Funke die Verpuffung eines Gemenges von N mit O unter Bildung von Stickgas, Wasser und Nebel von salpetersaurem Ammoniak bewirkt[1]). Trotzdem die Bedingungen hierzu in meinen Röhren gegeben waren, trat kein salpetrigsaures Ammoniak auf. Irgend erheblich kann also das etwa beigemengte Ammoniak nicht gewesen sein. Der Inhalt der Glocken hatte sich in einen bräunlichen schlammähnlichen Bodensatz und eine ziemlich klare Flüssigkeit geschieden. Ersterer enthielt in allen Fällen zahllose zum Theil noch ziemlich gut erhaltene, zum Theil fettig zerfallene Fleischfasern, Stärkekörner, Sarcine-Elemente, Fetttröpfchen und Körnchen-Massen; niemals waren die charak-

1) W. Henry; nach Gmelin und Kraut, Hdb. d. Chemie 1. Bd. 2. Lief. S. 472.

teristischen Formen der Hefezellen nachweisbar[1]). Sehr auffallend unterschied sich 1. und 4. von 3. dadurch, dass in letzterem unmittelbar nach dem Oeffnen der Glocke zahllose Mengen lebhaft sich bewegender Bakterien, kleinere und grössere Stäbchen sich befanden, welche in 1. und 4. nur in ganz vereinzelten Exemplaren sichtbar waren. Dies fällt überraschend mit den niedrigen Wasserstoff-Werthen dieser Portionen zusammen.

Man sieht aus diesen Ergebnissen einmal, dass, wenigstens nach der von mir befolgten Methode, die Erzielung einer bestimmten isolirt verlaufenden Gährung aus den erbrochenen Massen nicht möglich ist. Denn zwei einander durchaus ähnliche Gährungsgemische sind offenbar zwei ganz verschiedenen Gährungsprocessen unterlegen, da die Differenzen der Wasserstoffwerthe der drei Analysen viel zu gross sind, um sie auf einfache Absorptionsverhältnisse zurückzuführen; dann aber, dass die Bildung von Sumpfgas aus Gährungsgemischen, welche mit Mageninhalt und den Hauptvertretern der hier in Frage kommenden stickstoffhaltigen und stickstofflosen Nährstoffe bedient waren, nicht zu Stande kommt. Wenn man sich aber die durchaus verschiedenen Bedingungen, welche unter der Glocke unseres Brütofens und im Magen des Lebenden in Bezug auf Constanz der Temperatur, Zufluss neuen Nährmaterials, Secretion des Magensaftes, Kreislauf des Blutes, Resorption u. s. w. bestehen, vergegenwärtigt, wird man auf die negativen Resultate dieser Versuche kein Gewicht legen wollen. Ist doch aus diesen Gründen allen sogenannten künstlichen Verdauungsversuchen nur ein sehr bedingter Werth für die Einsicht der im lebenden Organismus Statt habenden Pro-

---

1) Die Hefe wird unter Zugrundegehen der Zellen zu einer granulösen Masse umgewandelt, wie von Schützenberger und Béchamp, Compt. rend. 1874 Nr. 8 u. 9 angegeben. Die Umwandlungsproducte faulender Hefe sind übrigens weder von Hrn. Schützenberger, noch von Hrn. Béchamp, sondern zuerst von A. Müller einer eingehenden Untersuchung unterworfen worden. Journ. für prakt. Chem. Bd. 70 S. 65.

cesse zuzugestehen. Planer[1]) und Ruge[2]) konnten nicht einmal eine Uebereinstimmung der Gährungsproducte in den unter Glasglocken sich zersetzenden Fäcalstoffen des Dünn- und Dickdarms mit den zur selben Zeit im lebenden Thier entwickelten Gasen nachweisen, um wie viel wenger wird dies beim Magen der Fall sein, wo zufolge des lebhafteren Stoffwechsels die Verhältnisse gewiss noch viel weiter auseinandergehen.

Wir müssen uns daher vorerst damit begnügen, das Factum des Vorkommens von Kohlenwasserstoffen sicher gestellt zu haben. Ohne Zweifel wird man, nachdem einmal die Aufmerksamkeit diesem Puncte zugewandt ist, brennbare Ructus des Oefteren constatiren und bei ausreichendem Material einen weiteren Schritt in dieser interessanten Frage vorwärts kommen können.

Wir erlauben uns Herrn Geh. Rath Frerichs für die gütige Ueberweisung des Materials und Herrn Geh. Rath Reichert, für die Erlaubniss, die Räume seines Laboratoriums zu benutzen, unseren ganz ergebenen Dank auszusprechen.

Berlin, 15. Juli 1874.

1) A. a. O. S. 316 ff.
2) A. a. O. S. 758.

Geschichtliche Untersuchungen über die Glandulae utriculares.

Von
Dr. Haussmann
in Berlin.

So wenig empfänglich die Mehrzahl der neueren Aerzte für die im Vergleiche zu den experimentellen und klinischen Arbeiten unverhältnissmässig zeitraubenderen und weniger fruchtbaren geschichtlichen Forschungen ist, so begegnen wir doch nicht selten beim Durchblättern der alten Folianten neben vielen unzuverlässigen oder unrichtigen einzelnen werthvollen, später aber in Vergessenheit gerathenen Beobachtungen, deren beste Anerkennung in der hohen Bedeutung liegt, welche die mit den mannigfaltigsten Hilfsmitteln ausgerüstete Gegenwart ihrer Wiederentdeckung beilegt. Nicht nur schwer erreichbare Handschriften, sondern auch die Jedermann zngänglichen Werke bergen noch manche unbeachtet gebliebene Mittheilung, und nachdem ich[1]) in einer vor Kurzem erschienenen Arbeit versucht habe, unter Anderem die Unhaltbarkeit der früheren Beschreibungen verschiedener Würmer der Brustdrüse zu beweisen, werde ich dagegen in den nachstehenden Seiten zunächst einige bedeutungsvolle ältere Beobachtungen oder Bemerkun-

1) Die Parasiten der Brustdrüse. Berlin 1874. S. 69.

gen niederlegen, alsdann aber und hauptsächlich mich bemühen, eine möglichst erschöpfende geschichtliche Darstellung der Glandulae utriculares zu geben, deren Spuren in eine weit kentnissreichere Vergangenheit zurückführen, als bisher von irgend Jemandem vermuthet worden ist.

1. Weder in einem der mir zugänglich gewesenen Handbücher, noch in irgend einer anderen Arbeit wird angeführt, dass schon Fabricius ab Aquapendente[1]) die Einsenkung der Chorionzotten in die Schlauchdrüsen der Gebärmutter gekannt hat, und doch lässt sich den in der nachfolgenden Stelle durch gesperrte Schrift hervorgehobenen Worten kein anderer Sinn beilegen, denn sie lautet: „item quae tum partim ovipara, tum partim vivipara sunt, ut piscis asiarius, canis vulgo: vel prima facie quidem destitui videntur, cum tamen chorion refertissimum habent minimis quibusdam tuberculis aut inaequalitatibus, asperitatibus, quae internae uteri faciei imas cavitates immittuntur et carneas molas aemulantur, ut porcis et equis."

2. Ein nicht geringes Interesse knüpft sich an eine Beobachtung von Ruysch,[2]) welcher der Beschreibung der Decidua eines Embryo die Worte hinzufügt: „hujus autem superficies interior tuberculis duris est obsita." Ruysch hat zwar statt des Ausdruckes „Decidua" den der „Placentula" gebraucht, indess kann mit diesem zunächst weder das Chorion noch das Amnion gemeint sein, weil diese an zahlreichen anderen Stellen seiner Schriften stets die noch heute gebräuchlichen Namen führen: zwischen ihnen etwa belegene Blutergüsse würde er also auch dem entsprechend bezeichnet haben, ganz abgesehen davon, dass sie ihm sehr oft begegneten, während das in Rede stehende Praeparat etwas Ausserordentliches darstellen soll. Für die normale Decidua gebraucht Ruysch sonst die Worte „villosa, succosa", andererseits spricht er aber hier von einem „Embryo" und auch

1) Opera monia anatomica et physiologica. Lipsiae 1687. Cap. III. p. 38.

2) Thesaurus anatomicus sextus. Amstelodami 1705. p. 65. Tafel III.

seine Zeitgenossen, wie z. B. Bidloo[1]) geben für die Decidua die Benennung „Placenta uterina", es bleibt also keine andere Annahme zulässig, als dass Ruysch mit den „tuberculis duris" der „superficies interior Placentae" eine Abnormität der Decidua vera vor sich gehabt hat. Betrachtet man nunmehr noch einmal die zwar nicht ganz ausgeführte, immerhin aber sehr treffende Zeichnung, so wird die bei ihrem ersten Anblicke sich uns unwillkürlich aufdrängende Vermuthung, es mit einem Falle der von Virchow[2]) neuerdings beschriebenen Endometritis tuberosa zu thun zu haben, zur festen Ueberzeugung.

3. Eine sehr richtige Bemerkung findet man ferner bei Albinus[3]), welcher die ersten sichtbaren Anfänge der schon seit Längerem bekannten myxomatösen Erkrankung der Chorionzotten beschreibt und alsdann hinzufügt: „Quae res fortasse inter caussas abortiendi est."

4. Ruysch[4]) hat, wie ich[5]) zur Ergänzung der bei der Mittheilung eines eigenen Falles zusammengestellten Literatur nachtragen muss, bereits vor Tulpius die Abstossung der Schleimhaut der Harnblase beobachtet. —

5. Diemerbroeck[6]) enthält einen, soviel ich weiss, nirgends wiedergegebenen, aber jetzt durch mikroskopische Untersuchungen zu Ehren gekommenen Ausspruch über das Eindringen des Samens in das Ei in dem Satze: „Non est autem quod cuipiam mirum videatur, per poros pellicularum ovi muliebris (quae pelliculae in isto principio admodum tenellae, molles et porosae existunt, sed postea chorion et amnion constituentes, adeo firmae evadunt, ut

---

1) Anatomia humani corporis centum et quinque tabulis illustrata. Amstelodami 1685. Tafel LVII. Figur 3.

2) Sein Archiv für pathologische Anatomie. 1861. Band XXI. S. 118; Geschwülste. Band II. p. 478.

3) Academicarum annotationum liber I. Blidae 1704. Cap. XVIII. p. 69.

4) Adversaria anatomica. decas II. p. 37; Thesaurus anatomicus II. p. 20. Nr. VI. Tafel II. Figur 2.

5) Monatsschrift für Geburtskunde XXXI. p. 132.

6) Opera omnia medica et anatomica. Ultrajecti 1685. Liber I. caput. XXIX. p. 178.

amplius nullum humorem per poros elabi sinant) illud seminis virilis jam colliquatum et attenuatum residuum versus ovi interiora penetrare et ingredi posse; nam aeque facile hoc fit in ovo muliebri, quam in seminibus plantarum, quae per corticum suorum poros humidum terrae facile imbibunt. —

6. Gegenüber der noch in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts fast allgemein, so z. B. von Heuermann[1]), Walther[2]) festgehaltenen Theorie einer Wirkung der „aura seminalis" verdient aufgezeichnet zu werden, dass neben dem bereits bekannten Leeuwenhoek auch Ruysch[3]) klar erkannt und behauptet hat „auram seminalem haud sufficere, sed necesse esse, semen ipsum uterum intrare in coitu prolifico;" andererseits hat schon Malpighi[4]) dem Gebärmutterschleime der Kühe denselben Einfluss auf die Beförderung des Saamens zugeschrieben, welchen ihm Kristeller[5]) bei der Frau vindicirt. Malpighi's Name hat für uns ein erhöhtes Interesse, weil er gleichfalls eine unzweifelhafte Beschreibung der Drüsenmündungen der Gebärmutterschleimhaut giebt, als deren erster Beobachter bis vor Kurzem W. Hunter gegolten hat; indess gebührt, wie ich gegenüber Weber[6]) und Ercolani[7]) mich nunmehr zu beweisen bemühen werde, auch Malpighi nicht das Verdienst ihrer Entdeckung, vielmehr sind, wie aus der von mir durch-

---

1) Physiologie. Band IV. Kopenhagen und Leipzig 1755.

2) Betrachtungen über die Geburtstheile des weiblichen Geschlechtes. Berlin 1776.

3) Thesaurus anatomicus sextus. p. 17.

4) Opera omnia. Tomus II. Lugduni Batavorum 1687 p. 224. „Extillans igitur ichor ab exaratis superius osculis — non solum totum uterum et vaginam irrigat, sed effuso intra vaginam semini occurrit ejusque volatiles particulas coercendo sibi intime miscet, a quibus tandem fermentatur et turget."

5) Berliner klinische Wochenschrift 1871. Nr. 27. S. 315.

6) F. Hildebrandt's Handbuch der Anatomie des Menschen. 4. Ausgabe. Band IV. Braunschweig 1832. p. 505.

7) Mémoire sur les glandes utriculaires de l'utérus et sur l'organe glandulaire de néoformation. Alger 1869 p. 11.

suchten Literatur klar hervorgeht, seit dem Erwachen der Anatomie von nicht wenigen, aber bis jetzt ganz unbeachtet gebliebenen älteren Beobachtern am häufigsten die Mündungen der Glandulae utriculares, seltener sie selbst gesehen, sehr genau beschrieben oder abgebildet worden, ohne sich eine dauernde Anerkennung erringen zu können. —

Es zeugt für die verhängnissvolle Wirkung einer von der Allgemeinheit angenommenen irrigen Thatsache, wenn man sieht, wie sehr seit Naboth's Beschreibung der von ihm irrthümlich für die Eier gehaltenen Cysten des Gebärmutterhalses die Darstellungen und Abbildungen der Schleimhaut des Gebärmutterkörpers gegen die ihres Halses zurückstehen: eine Wahrnehmung, welche uns noch bei Morgagni[1]), Roederer[2]), Weitbrecht[3]), Portal[4]) u. A. überrascht und in Verbindung mit den mannigfaltigeren Veränderungen des ersteren eine genügende Erklärung dafür giebt, dass so lange als die Mangelhaftigkeit der technischen Hilfsmittel bestanden hat, ältere exacte Beobachtungen der Gl. utriculares stets wieder angezweifelt werden konnten.

Wenn man von einem sehr unvollständig durch Hippokrates[5]) beschriebenen Abortus absieht, hat, wie bereits von Danz[6]), Bock[7]) und von Neuem von Weniselos[8]) angegeben worden ist, schon Aretaeus[9]) erkannt, dass die innere

1) Adversaria anatomica omnia. Lugduni Batavorum 1723.

2) Icones uteri humani observationibus illustratae. Goettingen 1759.

3) Novi commentarii Academiae scientiarum imperialis Petropolitanae. 1754 T. I. p. 337.

4) Mémoires de l'Académie royale de médecine 1770 p. 183.

5) Opera omnia, edid. Kühn. Lipsiae 1828. Tomus I. liber de natura pueri p. 382.

6) Grundriss der Zergliederungskunde des neugeborenen Kindes. Band I. 1792. Frankfurt und Leipzig § 7.

7) De membrana decidua Hunteri. Diss. med. Bonn 1831. p. 10. — Kribs Dissertation: Disquisitio historico-pathologica de membrana, quae dicitur Hunteri. Lugd. Bat. 1853. hat mir nicht vorgelegen.

8) De membrana decidua. Diss inaug. med. Berlin 1848.

9) Opera omnia, edidit Kühn. Lipsiae 1828. Liber II. cap. XI. p. 167.

Haut „abscedit sicut etiam ex abortu et partu violento: tum vero secundis adhaerescit, nam si illae vi extrahuntur, simul prodit uteri tunica — —; eine genauere Beschreibung lässt er aber ebenso wie Aëtius[1]) vermissen, nach welchem „in conceptionis tempore loculus primo totum foetum exterius ambiens generat, dein duae aliae membranae suboriuntur" oder wie Theophilus[2]), welcher mit dem seiner Schilderung angereihtem Satze: „Istas inter se tenuis membrana, sed valida uteri partibus oriens vas acta omnia ipsumque uterum operit, colligat atque tuetur" offenbar die decidua vera gemeint hat. Dagegen sagt J. M. Ferrarius[3]) (de Gradi oder auch Gradibus genannt) bei der Beschreibung der schwangeren Gebärmutter, dass „in tunica matricis intrinseca adsint foramina" fügt zur Erläuterung der letzteren hinzu „orificia vasorum" und fährt dann fort: „et in eis contineantur panniculi embryonis mediantibus cotyledonibus"; der Zusammenhang beweist also hier deutlicher, wie bei manchen später zu nennenden Beobachtern, dass das sonst in der Regel für die Drüsenmündungen gewählte Wort „foramina" von Ferrarius nicht auf sie, sondern auf die Querschnitte der Gefässe bezogen worden ist. Der Erste, welcher bestimmt die Mündung der Gebärmutterdrüsen an der decidua vera gesehen hat, Allen aber und selbst Geschichtsschreibern wie Osiander[4]), Lauth[5]),

---

1) Aëtii Amideni libri XVI. Basel 1535. Liber XVI. caput. II. — Es ist von nicht geringem psychologischem und anthropologischem Interesse, dass Reichert (Abhandlungen der K. Akademie der Wissenschaften 1873 S. 1.) mit dem Worte „Fruchtkapsel" für die Decidua reflexa die wörtliche Uebersetzung des von Aëtius vor ungefähr 1300 Jahren gebrauchten Ausdruckes gewählt hat; eine ähnliche aus einer jüngeren Zeit stammende Uebereinstimmung der Anschauungen und Begriffe habe ich bereits von Ruysch und Virchow angeführt.

2) De corporis humani fabrica. Liber V. caput XVIII.

3) Practica; wörtlich wiedergegeben von Noortwyk: Uteri humani gravidi anatome et historia. 1743. § 31.

4) Lehrbuch der Entbindungskunst. Göttingen 1799. Theil I. § 137 S. 112.

5) Histoire de l'Anatomie. Tome I. Strasbourg 1815.

Burggraeve[1]), von Siebold[2]) und Haeser[3]) entgangen ist, obgleich die Klarheit seiner Abbildungen jeden Zweifel ausschliesst, ist, soweit ich die Literatur habe durchforschen können, kein Geringerer wie Vesal[4]) selbst. Obgleich er klagt, dass es ihm nur sehr selten möglich gewesen ist, schwangere Frauen zu seciren, so stellt er die Eihüllen sehr genau dar und unterscheidet an ihnen von innen nach aussen das Amnion, Chorion und das „primum extimumve foetus involucrum" an welchem letzteren zwei Abbildungen zahlreiche Oeffnungen zeigen, die jede andere Annahme, als einer Decidua mit Sicherheit zurückzuweisen gestatten. Ferner hat Vesal den Zusammenhang dieser Hülle mit der Gebärmutter bemerkt, ohne aber ihren wahren Ursprung zu erkennen, wie der folgende Satz beweist: „Porro involucri amplitudo tanta est, quanta summa interioris uteri superficie extensio, involucrum enim hoc externa superficie utero undique contiguum est et adnascitur quoque;" dem entspricht, dass er die innere Fläche der Gebärmutter als glatt bezeichnet. Eine genaue Bezeichnung des „extimum involucrum" überlässt Vesal dem Leser; den Ursprung und die Natur der Drüsenöffnungen erörtert er auch nicht, und ist es wohl gerade diesem Umstande zuzuschreiben, dass selbst Burggraeve, seinem Biographen die Thatsache entgangen ist, dass Vesal die Decidua zuerst mit den von den Drüsen herrührenden charakteristischen Oeffnungen gesehen und richtig abgebildet hat.

Fallopia[5]) tritt ihm entgegen und nimmt nur zwei

1 Études sur André Vésale. Gand 1841. p. 180. 264. — Cours théorique et pratique d'anatomie. Gand 1840.

2) Versuch einer Geschichte der Geburtshilfe. Band II. Berlin 1845. § 18. S. 39.

3) Lehrbuch der Geschichte der Medicin. 2. Auflage. Jena 1853. S. 394. — Isensee: Geschichte der Medicin. Berlin 1843—45. berührt die Einzelheiten überhaupt nicht. —

4) De humani corporis fabrica libri VII. Basel 1543. Liber V caput. XV. und XVII. Figur XXX. des liber V. Tafel 1. F; Tafel 2. K.

5) Opera quae adhuc existunt omnia. Francofurti 1584. p. 475.

Eihüllen an; eine Beschreibung der Decidua oder auch nur ihrer Drüsenöffnungen ist bei ihm aber nirgends herauszulesen.

Realdus Columbus[1]) enthält einen sehr unklaren Satz: „Rei veritas haec est, mulieris uterum unica cavitate praeditum esse, quae intus satis levis conspicitur, quamvis nonnulla foramina sint, quae nihil aliud sunt quam venarum et arteriarum capita"; auch aus dem Zusammenhange geht ebenso wenig wie aus dem Texte hervor, ob der Verfasser wirklich einzelne Drüsenöffnungen, oder, was viel wahrscheinlicher ist, einzelne vielleicht nach einer Geburt gesehene Gefässquerschnitte vor Augen gehabt hat. Dagegen bildet Fabricius ab Aquapendente[2]) einen aufgeschnittenen Fruchthalter mit dem Mutterkuchen und den Eihüllen ab, an dessen linker Seite etwa fünfzehn grössere unverkennbare Oeffnungen der Decidua auffallen, welche durch den folgenden Wortlaut erklärt werden sollen: „Membranosa placentae substantia quaedam, caeteris membranis crassior, quae utero annectitur, lacerata, ut chorion et aqua appareant"; der Verfasser, ein Schüler Fallopia's, dessen Lehrer Vesal gewesen ist, hat demnach auch zuerst nach diesem die an der Decidua sichtbaren Oeffnungen gesehen, aber nicht eingehender wie er erforscht.

Arantius[3]) beschreibt eine „extima chorii superficies, quae uterino jecori non adhaeret, sed utero est contigua" und spricht ferner alle Kotyledonen der menschlichen Gebärmutter ab, an welcher „tantummodo foramina et rara illa superius descripta uteri substantia conspiciuntur;" ein sicheres Urtheil über die hier genannten „foramina" ist aber bei dem dürftigen Text und dem Mangel an Abbildungen nicht zu gewinnen. —

Der Erste, welcher die Drüsen der Gebärmutter an die-

---

1) De re anatomica libri XV; liber II; wörtlich wiedergegeben von Noortwyk: Uteri humani gravidi anatome et historia. Lugduni Batavorum 1734. p. 95.

2) Opera omnia anatomica et physiologica. Lipsiae 1687; liber de formato foetu. Tafel II. p. 48 Buchstabe c.

3) De humano foetu liber. Venetiis 1595. Caput II, VIII.

ser selbst erkannt hat, ist Adrian Spigel[1]), welcher nach der Aufzählung ihrer äusseren und inneren Haut fortfährt: „Interna vero plena meatibus exiguis maxime sub fundo ea sede, qua uterus tegit intestinum rectum. Meatus hi, ubi mulier a menstruis purgationibus vacat, vix conspiceri; quo tempore vero laborat, evidentes fiunt: quippe cum per hos purgetur menstruus sanguis ex corpore." Die mit jeder Schwangerschaft eintretenden Veränderungen dieser „meatus" werden ebenso wenig, wie deren genauerer Bau auseinandergesetzt; immerhin geht aus dem mitgetheilten Wortlaute soviel unzweifelhaft hervor, dass Spigel zuerst in der Gebärmutterschleimhaut Gänge und ihre durch die Menstruation hervorgerufenen Veränderungen richtig erkannt hat, aber durch die ringförmig gelegenen und strotzend gefüllten Haargefässe wie viele Andere nach ihm verleitet worden ist, in den Gängen selbst die Quelle des ausgeschiedenen Menstrualblutes zu suchen. Seine nachfolgenden Bemerkungen sind zwar für den vorliegenden Gegenstand ohne Bedeutung; die geschichtliche Gerechtigkeit erheischt aber noch daran zu erinnern, dass Spigel die Drüsenröhren der Gebärmutter mehr als ein halbes Jahrhundert vor der Entdeckung anderer durch Stenon, Aselli, Peyer, Brunner u. A. beschrieben hat.

Harvey[2]), welcher durch eigene Untersuchungen die durch die Schwangerschaft erzeugten Veränderungen der Gebärmutterschleimhaut des Weibes und der Thiere richtig erkannt hat, gedenkt der Drüsen in seinem Werke ebensowenig wie der sich mehrfach an Spigel anlehnende Swammerdam[3]) in seiner allerdings hauptsächlich die Gefässe berücksichtigenden Darstellung, wogegen Regner de Graaf[4])

---

1) De humani corporis fabrica libri decem, edidit Bucretius. Francofurti 1632.

2) De generatione animalium. Londini 1651.

3) Miraculum naturae s. Uteri muliebris fabrica. Lugduni Batavorum 1672.

4) De mulierum organis generationi inservientibus. Lugduni Batavorum 1672. p. 108, 295, 303; Tafel IX. X. XXII.

neben den bisher erschienenen Bezeichnungen der „foramina" und der „meatus" einen neuen, dem Sinne nach den ersteren näher stehenden und seitdem öfter wiederkehrenden Ausdruck (pori, poruli) in dem Satze bringt: Hujus cavitatis tunica levior est, et extra menstruorum profluvium non nisi porulis pervia, ex quibus serosa quaedam substantia modica quantitate exsudat, fortasse in eundem usum, ut ille humor, qui e collo prodit." Es ist schwer, aus den eben erwähnten „poruli" etwas Anderes als die Drüsenmündungen herauszulesen, aus welchen sich ein Saft entleert; Regner de Graaf nimmt aber weder in der nunmehr folgenden Beschreibung der „propria uteri membrana" noch auch in deren Abbildungen Bezug auf das hier Mitgetheilte, dessen ungezwungene Erklärung der an Vesal und Fabricius erinnernde Text liefert, den er der Abbildung eines dreimonatlichen Foetus mit seinen Eihüllen und der durch ihre Lage und die zahlreichen Löcher unverkennbaren Decidua vera vorsetzt, und welcher lautet: „compacta placentae pars necdum explicata." Eine weitere Darlegung von Graaf's Auffassung der „pori" findet sich ferner in seiner Beschreibung der Verbindung zwischen der Gebärmutter und den Eihüllen, weshalb ich noch seine wichtigsten Sätze anführe: „Ad vasa quod attinet, venam unam et duas arterias ab umbilicalibus obtinet, quae totam ejus substantiam perreptant, quarum propagines utero non aliter ac arborum radices terrae inseruntur: quemadmodum in glanduliferis ad oculum apparebit, si revulsis ab utero moleculis, liquorem siphonis beneficio versus eas per umbilicalia vasa propuleris; nam vasorum umbilicalium ramusculi ex uteri poris retracti eriguntur ac belle admodum conspiciuntur: contra vero protuberans uteri portio exiguis foraminibus perforatur, quae vasorum umbilicalium propaginibus ex adverso correspondent"; — — — Vergegenwärtigt man sich noch einmal Regner de Graaf's Worte, so ist klar, dass er sowohl die Drüsenlöcher der geschwängerten wie auch der leeren Gebärmutter gesehen, dass er ferner und zuerst den die Gebärmutterhöhle bedeckenden Schleim ihrer Absonderung zugeschrieben und dass er end-

lich wiederum der Erste nach Fabricius ab Aquapendente das Eintreten der Zotten in deren Mündungen richtig erkannt hat, dass aber die Entdeckung der Decidua vera an dem von der Gebärmutter getrennten Foetus der Angelpunkt geblieben ist, an dem seine hauptsächlich auf die Eierstöcke gerichtete Aufmerksamkeit gescheitert ist. —

Kerkring[1]) bringt bei der Beschreibung des Mutterkuchens den Ausdruck „glandulae", aber nicht etwa für einen Bestandtheil des mütterlichen Gewebes, sondern für die Kotyledonen selbst; der Bau der Decidua oder deren Oeffnungen bleiben unberücksichtigt.

Hoboken[2]) nennt die „uteri cavitas — porosa, sectione expansa", indess sind in der Abbildung ebenso wenig wie bei Regner de Graaf die Oeffnungen wahrzunehmen; nach einer genauen Untersuchung der dem Chorion ganz oder fast ausgetragener Früchte aufgelagerten Rauhigkeiten kommt er ferner zu dem Schlusse: „Chorio proprias non potui censere memoratas propagines ac ramificationes" und sagt endlich mit gesperrter Schrift: „Ubi quidem conjecturare licuit, ab uteri tunica proxima avulsum eundem esse;" Hoboken ist demnach wegen seiner einseitigen Untersuchung der Eihüllen am Ende der Schwangerschaft nicht viel über Aretaeus hinausgekommen. Needham[3]) dagegen, welcher beim Kaninchen und anderen Thieren einen doppelten Mutterkuchen unterscheidet, „alteram rubram et chorio immediate adhaerentem, alteram albam glandulosae substantiae, quae inter rubram praedictam et uterum intervenit", giebt von dem letzteren, welcher offenbar nur die Decidua serotina darstellt, keine genauere Beschreibung, sondern folgert nur: „ad uterum vero non pertinet, utpote quae cum foetu exit et secundarum partem constituit — —." Endlich schliesst er noch mit dem

1) Spicilegium anatomicum. Amstelodami 1670. Observatio XXXVII. p. 80.

2) Anatomia secundinae humanae. Ultrajecti 1675. p. 516. Figur XXXII. p. 35. § 16. Fig. III c. p. 496; sectio I. Cap. V. § 24.

3) Disquisitio anatomica de formato foetu. Londini 1667. Cap. II.

Satze: „In cane nempe — — et muliere placenta prorsus simplex est et Chorio propria"; die einleitend genannte „substantia glandulosa" entbehrt also einer genügenden Begründung. Auffallende Anklänge an die früher gegebenen Darstellungen insbesondere von Spigel bergen Mauriceau's[1]) Worte: „Man sieht auch nicht in der weiblichen Mutter diejenigen kleinen Erhebungen, cotyledones genannt, als welche sich allein in den gehörnten Thieren finden, da hingegen in jener nur diese erstgemeldet einfache Linien, sampt etlichen kleinen Löchlein, so der wegen des monatlichen Flusses dahin fliessenden Blutgefässen Mundlöcher sind, gesehen wird. Wie hiervon öfters gemeldet worden." Obgleich nach dem eben Mitgetheilten und der weiteren Beschreibung der Eihüllen Mauriceau selbst die Drüsenmündungen nicht gesehen hat, ist der citirte Satz doch nicht ohne jeden Werth, da er eine volle Bestätigung der bisher gegebenen Darstellung enthält.

Bidloo[2]) erwähnt am aufgeschnittenen Fruchthalter keine Oeffnungen, zeigt sie dagegen in grosser Zahl an der Decidua vera eines 25tägigen Embryo, ohne ihre Deutung zu versuchen.

Everardus[3]), welcher nach Harvey, Graaf und Swammerdam zuerst sehr regelmässige embryologische Untersuchungen und zwar wie Graaf an Kaninchen ausgeführt hat, giebt an, dass die „membrana uteri" durch den „spiritus genitalis" „porosior" wird, — was ja der jede Empfängniss begleitenden Schwellung der Schleimhaut genau entspricht —, bemerkt dann über die Section eines Kaninchens drei Tage nach seiner Vereinigung mit einem Männchen: „Dissectis autem cornubus, nihil quicquam succi, seminis aut quod seminis habet similitudinem, in iisque inveni, praeterquam quod citatis locis interna cornu uterini membrana rubicundior et inaequalior esset, glandulis quasi exiguis referta;

1) Von den Zufällen und Krankheiten der schwangeren Weiber und Kindbetterinnen. Basel 1680. p. 28. Tafel VI. Figur 7 G.

2) Anatomia humani corporis centum et quinque tabulis illustrata. Amstelodami 1685. Tafel LI. Figur 4. Tafel LVII. Figur 3.

3) Cosmopolitae historia naturalis. Lugduni Batavorum 1686.

reliquis utriusque cornu uterini laevibus, minusque rubicundis existentibus“ und beschreibt sie noch genauer vom 12—13 Tage: „primum in conspectum venit materia quaedam mucilaginea, instar tunicae cujusdam subtilissimae, glandulosae, fluctuantis supra membranam chorion eique firmiter adhaerentis: diceres primo aspectu cotyledonum rudimentum ex materia, mediantibus vasis umbilicalibus ab embryone eo delegata; sed non est: etenim glandulae praedictae exiguae cornuum uterinorum interioris membranae (quo loco sunt cellulae) subnatae, jam in cotyledones abiere, ipsaque vasa umbilicalia in eas distribuuntur — —“ Weiter führt er aus: „Corpora glandulosa cotyledonibus incumbentia principio valide admodum utero adhaerent; sed quo foetus fit grandior partuique vicinior, eo etiam facilius ab utero recedunt; imo tempore partus sua sponte ab utero dilabuntur eo plane modo, quo fructus maturitatis tempore ex arbore decidunt.“ Nach diesem möglichst kurz gefassten Auszuge hat Everardus, dessen sorgfältige Beobachtungen befruchteter Kaninchen von Kölliker[1]) u. A. nicht einmal erwähnt werden, sehr genau die nach dem Eintritt der Befruchtung gefundene Umwandlung der Schleimhaut sowie die Versenkung der Zotten in sie beschrieben, er hat ferner die Oeffnungen der Schleimhaut genau als die Mündungen von Drüsen bezeichnet und nur darin geirrt, dass er sie als eine durch die Empfängniss hervorgerufene Neubildung, nicht als eine neben ihr einhergehende Erweiterung vorhanden gewesener Organe betrachtet hat. —

J. de Diemerbroeck [2]) schreibt der Gebärmutter zwei Häute zu, eine äussere und eine „interiorem propriam fibrosam magisque porosam“, welches Wort, wie eine nachfolgende Stelle lehrt, gegensätzlich zu den angeblichen

---

1) Entwickelungsgeschichte des Menschen. Leipzig 1861.

2) Opera omnia anatomica et medica. Ultrajecti 1675. Liber I. caput. XXV. p. 137; caput. XXIX. p. 175; p. 185: 3. und 4. observatio; Caput. XXXI. p. 208. Tafel V. Fig. 3 p. 145. Tafel VII. Fig. 6. A. p. 206.

Gefässöffnungen gebraucht ist; die Empfängniss findet nach ihm statt „in ipsius uteri cavitate, non vero in aliquibus membranarum interiorum poris," und zu den Eihäuten zählt er nur das Chorion und das Amnion, beschreibt aber bei zwei genauer mitgetheilten Fehlgeburten die Decidua sehr deutlich „quasi abrupta ab utero." Im Widerspruch mit diesen Vordersätzen bildet er die Drüsenmündungen an der Gebärmutter gar nicht, dagegen zwei Mal an den Eihüllen ab, indess sind beide Zeichnungen Nachbildungen und entspricht die erstere speciell einschliesslich ihrer Erklärung der von Fabricius ab Aquapendente gegebenen. —

Nuck[1]) bildet sowohl an der vorderen, wie auch an der hinteren Wand der Gebärmutterhöhle einzelne durch Punkte sichtbar gemachte, aber nicht näher erläuterte Oeffnungen ab. — Durch die bisher mitgetheilten Angaben ist die Behauptung Ercolani's und Anderer, welche sich wie Chrobak[2]) auf ihn berufen, dass Malpighi[3]) zuerst die Drüsen beim Menschen beobachtet hat, wohl ausreichend widerlegt worden; sein Verdienst, eine Beschreibung derselben gegeben zu haben, welche den zu seiner Zeit und hauptsächlich durch ihn selbst stetig zunehmenden Kenntnissen über die Zahl und den Bau der Drüsen entsprach, wird damit keineswegs verringert, wie deren Wiedergabe am besten darthun wird: „Uterus interius membrana quadam ambitur, quae minima et innumera habet orificia glutinosum mucosumque fundentia humorem quo uterus ipse et vagina perpetuo madent. Quare compresso utero prosilit hujusmodi mucosus ichor. Patent autem haec excretiorum vasorum ora, si diu interior membrana aqua maceratur et in oribus praecipue obvia sunt: quare probabile est, subvitellina exarata corpora his orificiis in utero cavitatem hiare; an vero his minimae appendantur glandulae, licet sensus distincte non adtingat, ratio

1) Adenographia curiosa et uteri feminini anatome nova. Lugd. Batav. 1692. Figur XXXII.

2) Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. Leipzig 1871. Cap. XXXVII. S. 1169.

3) Opera omnia. Tomus II. Lugd. Batavorum 1697. p. 220.

tamen ex perpetua naturae operandi norma probabiliter eas madet." Malpighi[1]) ist ausserdem nicht entgangen, dass man diese Oeffnungen deutlicher bei Schwangeren und hauptsächlich bei der trächtigen Kuh sehen könne, ohne aber zu einem endgültigen Urtheil über die Umwandlung der Schleimhaut in die Decidua zu gelangen oder es wenigstens auszusprechen. — Albinus[2]), welcher die Entwicklungsstadien der Decidua bei verschiedenen Fehlgeburten sehr genau gesehen und eine musterhafte Abbildung geliefert hat, nennt sie „pars involucri continentis ovum eaque, ut in hoc ovo constat, plena foraminulorum"; eine bessere Erkenntniss erwartet er aber nur von Untersuchungen, bei welchen die Eihüllen in Verbindung mit der Gebärmutter gefunden würden.

Ruysch[3]) hat ausser der getrennten Nachgeburt zahlreiche schwangere Frauen, ferner Schaafe, Kühe und Schweine im trächtigen Zustande geöffnet und aus diesen Beobachtungen die, wie bisher bewiesen worden ist, bereits mehrfach ausgesprochene Erkenntniss geschöpft, dass die Gebärmutterschleimhaut mit dem Eintritte einer Empfängniss „multo crassior" und ihre „facies interna" zur „villosa — instar tunicae villosae intestinorum" — oder auch „succosa" wird, er[4]) nennt sie dann einmal „tunica tertia s. interior uteri ovini impraegnati" bezeichnet[5]) sie aber weit öfter als „portio villosa chorii tunicae," welchem zwei Schichten zugeschrieben werden. Drüsenöffnungen werden von ihm nirgends beschrieben oder abgebildet. Trotzdem scheint gerade er zuerst überhaupt die vollen Drüsenschläuche beim trächtigen Schaafe gesehen und abgebildet zu haben, denn er[6]) giebt zunächst an: „Portio

1) Opera posthuma. Amstelodami 1688 p. 65.

2) Academicarum annotationum liber I. Leidae 1704. Cap. XVIII. p. 69; Tafel III. Figur 1. g.

3) Opera omnia. Thesaurus anatomicus IV Nr. 61; V Nr. 5, 32; VII. Nr. 24.

4) Thesaurus anatomicus I. Nr. 19 p. 56.

5) Thesaurus anatomicus V. Nr. 4; VI. Nr. 24. X. Nr. 56.

6) Thesaurus anatomicus II; asser IV. Nr. XIX. p. 56; Tafel VI. Figur 6.

tunicae tertiae s. interioris uteri ovini impregnati; per quam myriades vasorum incognitorum disseminantur, in quibus nutrimentum foetui dictum praeparatur. Suntque vermicularia a me dicta, propterea quod omnium reptatu repunt per integram tunicam intimam uteri. Haec autem vasa in conspectum meum venerunt, postquam vasa sanguinea uterina ceracea materia rubra impleveram, haec enim limpida occurrebant, illa vero rubra. In illis vermicularibus vasis nutrimentum confici existimo, non autem in ita dictis glandulis, quas hactenus nemo luculenter demonstrare potuit in utero.“ Wenn man nicht annehmen will, dass ein so bedeutender Meister der anatomischen Technik, dessen Sammlung bekanntlich für einen ganz enormen Preis von Russland später erworben worden ist, die Gebärmutter mangelhaft injicirt hat, was ihm selbst gewiss nicht entgangen wäre, so kann man nur folgern, dass er die erweiterten Drüsenröhren der Gebärmutterschleimhaut gesehen hat, und man wird in dieser Auffassng trotz seines persönlichen Widerstrebens gegen deren Bestehen nur befestigt, wenn er[1]) unmittelbar nachher und an anderen Orten die Harn-, Saamen- und Milchkanäle nach seiner[2]) Definition der Drüsen ebensowenig für Drüsenröhren hält. Der der Abbildung selbst vorgesetzte Text spricht von seinem theoretischen Beiwerk entkleidet, gleichfalls für diese Annahme, denn er lautet: „Portio tunicae intimae uteri ovini gravidi, per quam myriades vasorum novorum lumbricalium visuntur distributa, suntque transparentia, succumque praeparantia pro foetu, in utero hospitantis alimento.“ Dass die Drüsen von Ruysch wegen ihrer Windungen mit Gefässen verwechselt wurden, kann nicht wundern, wenn man sich erinnert, dass dies noch in diesem Jahrhunderte von Baer und Burkhardt geschehen ist, dass aber ausserdem, wie z. B. die nachfolgende Auseinandersetzung Littre's beweist, früher unter dem Begriff „vasa“

---

1) Thes. anatomicus II. Asser VI. 1; Thes. anatomicus VII. Asser II. LXX. p. 35;

2) Thesaurus anatomicus VIII. Nr. 34. p. 23. Amsterdam 1709.

nicht nur Blutgefässe, sondern auch andere Ausscheidungsorgane zusammengefasst wurden. Die Abbildung, welche bei mehreren der früheren Beobachter die Beschreibung weit übertraf, fällt gerade in diesem Falle wenig für die Entscheidung in's Gewicht, denn sie stellt mehrere neben und zum Theil durch einander gewundene Kanäle in natürlicher Grösse dar; ein absolut sicheres Urtheil kann daher zum Schlusse nicht ausgesprochen werden. —

Alle bis jetzt citirten Angaben über die Schlauchdrüsen der Gebärmutter werden jedoch durch die Martin Lister's[1]) übertroffen, welcher auf jeder Seite der bezüglichen Abschnitte von den jedem Zweifel entrückten „glandulae uterinae" redet, eine so grosse Menge derselben annimmt, als grössere Gefässe vorhanden sind und sie wie alle anderen Drüsen aus einem längeren „ductus excretorius" bestehen lässt, aus welchem die Absonderung der Gebärmutterhöhle entspringt. Ob Capillaren oder kleine Arterien in diesen Gang münden, lässt er unentschieden. Lister erinnert auch an die so eben von mir besprochenen „vasa vermicularia", welche Ruysch bei einem trächtigen Schaafe entdeckt hat und urtheilt über sie: At haec vasa sunt glandularum vice vel potius sunt ipsae glandulae." Vergegenwärtigt man sich, welche grossen Zwischenräume jede einzelne die Kenntniss der Glandulae utriculares erweiternde Entdeckung in diesem Jahrhunderte trennen, so wird eben so wohl die Spannung begreiflich, mit welcher man den Ausführungen des Verfassers folgt, wie auch die getheilte Empfindung, mit der man sein Buch beendet: es fehlen nämlich alle Belege und Abbildungen der von Lister so zuversichtlich beschriebenen, aber schwerlich genau gesehenen Glandulae utriculares!

Littre[2]) bezeichnet nach eigenen Untersuchungen der Gebärmutter von während ihrer Regel gestorbenen Frauen „sa surface interne est toute semée de trous fort sen-

1) Dissertatio de humoribus. Amsterdam 1711. Caput. XXII. XLIII. XLVIII.

2) Histoire de l'Académie royale des sciences. Jahrgang 1720. Paris 1722. S. 15.

sibles et plein d'un sang tout semblable au sang artériel et en pressant le corps de la matrice de dehors en dedans, on fait sortir du sang de tous ces trous.

Dans des femmes mortes pendant la grossesse, il a reconnu ces mêmes trous de la surface de la matrice, mais beaucoup plus petits et il n'en sortoit au lieu du sang qu'une liqueur blanchâtre et laiteuse. Dans des femmes qui étaient mortes n'étant ni grosses ni au temps de leurs règles ces trous étaient presque imperceptibles, et il n'en suintoit qu'une liqueur fine, claire et en fort petite quantité." Nach der nunmehr folgenden Darstellung bestehen die „glandes de la matrice" aus „conduits oder canaux sécrétoires", welche als „canaux excrétoires" in die Gebärmutterhöhle münden und zur Zeit der Menstruation von den Gefässen durchbrochen werden, die durch sie ihr Blut nach aussen entleeren. In vollem Einklange mit den so eben mitgetheilten Wahrnehmungen stellt nun Littre die Behauptung auf, dass die Verkleinerung der Drüsenmündungen während der Schwangerschaft von ihrer Compression durch das während dieser Zeit verhaltene Menstrualblut herrühre! Eine Abbildung fehlt und es lässt sich deshalb auch nicht sicher entscheiden, ob Littre's Angabe einer Verkleinerung der Drüsenöffnungen während der Schwangerschaft etwa daher stammt, dass er den in ihrem Verlaufe zurückbleibenden Theil der Schleimhaut mit den kleinen blinden Drüsenenden richtig erkannt hat; so viel geht aber aus seiner eigenen wie aus der bei Malpighi und Lister niedergelegten Auseinandersetzung hervor, dass, Dank dem in ihrer Zeit eingetretenen neuen Aufschwunge der Anatomie und Physiologie, der makroskopische Bau und die Bedeutung der Gebärmutterdrüsen auch von denen völlig gewürdigt wurde, welchen deren frühere Beschreibung entgangen war. Eine Ausnahme von ihnen macht merkwürdiger Weise Morgagni[1]), bei welchem sich folgende,

---

1) Adversaria anatomica omnia. Lugduni Batavorum 1733. Liber I. § 33. p. 46; Tafel III. Figur M. — Auch in seinem Werke: De sedibus et causis morborum per anatomen indagatis" ist nirgends eine Andeutung der Gl. utriculares nachzuweisen.

durch eine Abbildung erläuterte Worte finden: „Contra autem universum uteri fundum in ea cui sanguinem constabat, in reliquarum vero altera omne fundum, ejus suprema parte excepta, in altera autem et totum fundum et proxima cervicis pars sanguineis undique maculis distinguebantur. Ex quibus maculis vel mediocri expressione cruentas guttas elicere nihil prorsus negotii erat. Id cum in cervice, aut in vagina pari expressionis vi tentaretur, nihil omnino proficiebatur. Illud praeterea adjiciendum est, me in plurium postea cadaveribus quibus fortasse non ita pridem sanguis menstruus profluxerat, non in vagina, non in cervice, sed in eodem uteri fundo similes et multo dilatiores maculas conspicatum, ex his subcruentas guttullas eadem ratione prolicuisse; ut facile intelligeres, ea loca scaturigines et fontes esse unde vis cruoris statis temporibus profunderetur.“ Nach diesem Satze sind demnach Morgagni, welcher vorzüglich nach der Quelle des Menstrualblutes geforscht hat, wegen der die Drüsenmündungen umgebenden strotzend gefüllten Gefässe jene entgangen; die Abbildung lässt an deren Stelle lauter rothe punktförmige Flecken wahrnehmen.

Carl Drelincurtius[1]) erwähnt in seiner Beschreibung der Eihüllen zwar wiederholt die „poruli“ der Gebärmutter, hat aber nach einer sorgfältigen Prüfung des Textes mit ihnen offenbar ebenso oft die Gefässdurchschnitte wie die Drüsenöffnungen bezeichnet.

W. Noortwyk[2]), dessen umfangreicher Arbeit nur sehr wenige eigene Untersuchungen zu Grunde gelegt sind, hat über den Bau und die Verbindungen der von ihm „cellulosa“ genannten Decidua das Folgende gesagt: „Eandem hanc cellulosam separanti vasa occurrebant numerosa per totum ambitum ex chorio in uterum porrecta, impleta. Accuratius examen docuit, internam matricis superficiem poros habere mediocris magnitudinis multos, aliquantulum tamen ab invicem distantes (vasorum orificia); quibus

1) Opuscula medica. Hagae Comitum 1727. c. 552. Perioche XXV; p. 555 Per. XXX; p. 556 Per. XXXI. p. 560 Per. XXXVII.

2) Uteri humani gravidi anatome et historia. Lugd. Batavorum 1743.

proportionatae dimensionis canales extra chorion emergentes per dictam cellulosam progressi inosculabantur, sic ut vas responderet vasi et communis materiae cylindrulus utrumque impleret. Vasa haec alia majora, alia minora erant, in universum talia, ut tenuiorem crassioremque aciculam, quaedam etiam caput aciculae maximae facile admisissent.“ Obgleich Noortwyk unmittelbar darauf die Literatur der Eihüllen sehr weitschweifig bespricht, sind ihm die unbefangenen Darstellungen eines Vesal, Spigel u. A. dennoch entgangen und erkennt er weder den Ursprung der Cellulosa aus der Gebärmutter, noch deutet er deren „pori“ richtig, falls er nicht, was bei ihm schwerer zu entscheiden ist, wie bei Ruysch und Littre, das Wort „vasa“ als Sammelnamen zuerst für Blutgefässe, weiterhin für Ausscheidungsröhren gebraucht hat.

Auch von Weitbrecht[1]), welcher die bereits seit Langem entschiedene Frage über das Vorhandensein der Gebärmutterschleimhaut einer neuen Prüfung unterzogen und verneinend beantwortet hat, wird die Decidua bemerkt, aber falsch gedeutet und auf Drüsen überhaupt nicht untersucht, dagegen scheint er deren cystische Entartung beobachtet zu haben, denn er sagt: „Uterus autem vetulae alterius asciticae, qui toto habitu suo indurationem quandam prae se ferebat, non solum superficie laevigata membrana inductam, sed eam quoque expansionibus suis varios loculos effectuantem commonstravit.“

Philipp Adolph Boehmer[2]) bezeichnet die Gebärmutterschleimhaut einer Extrauterinschwangerschaft als „membrana mollis, porosa, villosa, spongiosa et quasi valvulosa, totam cavitatem uteri investiens,“ giebt ihr aber in der dazu gehörigen Zeichnung keine Oeffnungen, wohl aber in einer einem anderen Aufsatze angereihten Abbildung; Heuermann[3])

1) Novi commentarii Academiae scientiarum imperialis Petropolitanae. Tomus I. Petropoli 1750 p. 342.

2) Observationum anatomicarum variarum fasciculus notabilia circa uterum humanum continens. Halae 1752. Tafel III. Figur 2z; ad. 2. Fig. h.

3) Physiologie. Band IV. Copenhagen und Leipzig 1755. Caput. XLVI. p. 351. Tafel IV. Figur 4b.

schreibt dagegen der Gebärmutterschleimhaut nicht näher erklärte Follikel zu und bildet endlich ein durch eine Fehlgeburt entferntes Ei ab „dessen innere Fläche mit vielen Löchern durchbohrt und sehr schwammig ist“: etwaige Beziehungen zwischen diesen und den zuvor genannten Follikeln der Gebärmutter erörtert er nicht.

Auch Röderer[1]) bildet einen jungfräulichen Fruchthalter mit 25—30 in der Schleimhaut sichtbaren Oeffnungen ab, deren Erklärung in dem sonst sehr ausführlichen Texte ebenso vergeblich gesucht wird, wie in einer Zeichnung von Carl Nicolaus Jenty[2]), in welcher im unteren Theile des Gebärmutterkörpers auf dem dunklen Grunde zahlreiche punktförmige hellere Stellen hervortreten.

C. A. Madai[3]) sagt über das befruchtete Ei nach seinem Eintritt in die Gebärmutterhöhle „dum autem in quodam ejus puncto radices agere incipit, agglutinatur ibidem villorum ope, qui“ ovulo turgente flocculorum instar ramosorum surgunt et uteri exhalantibus inosculantur poris“ — —; nach der Entwicklung des Mutterkuchens, fährt er fort, „reliqua vero ovi portio nude tantum externo integumento villoso, poroso, reticulari ac pulposo tecta, mediantibus lamellis cellulosis, fibrillis vasculisque varioribus internae uteri superficiei quam aversum fiat contigua.“ An den Abbildungen der Decidua sind die von den Drüsenröhren herrührenden Oeffnungen ebenso deutlich zu erkennen, wie in einer sehr schematischen Zeichnung Astruc's[4]), indess welch grosser Rückschritt liegt in diesen dürftigen Beschreibungen gegen die im Anfange des Jahrhunderts veröffentlichten!

---

1) Icones uteri humani observationibus illustratae. Gottingae 1759. Tafel VII. Figur 4.

2) Demonstratio uteri praegnantis mulieris cum foetu ad partum maturi; deutsch von C. Schmiedel. Nürnberg 1761. Tafel V. H.

3) Anatome ovi humani foecundati. Halae 1763. Dissert. Abbildungen Figur 2 k. Fig. 3. l; Fig 6 H; Fig. 7. E.

4) Traité des maladies des femmes. Avignon 1763. Band I. Tafel III. Figur 3.

Da trat William Hunter[1]) auf und wies, ohne allerdings irgendwie der früheren Arbeiten zu gedenken, für welche ihm Schweigen das Beste schien, „ubi laudare nefas“, durch die bereits von Albinus geforderten Untersuchungen der Eihüllen in Verbindung mit der Gebärmutter nach, dass ihre Zusammensetzung sich im Verlaufe der Schwangerschaft wesentlich ändert, dass ihre äusserste Hülle ursprünglich aus zweien, der Decidua vera und reflexa besteht, deren erstere deutlich die siebförmigen Oeffnungen zeigt, welche er[2]) bei schwacher Vergrösserung abbilden liess, und dass ferner die Eileiteröffnungen offen blieben; diese wesentliche Erweiterung der Erkenntniss vermindert jedoch — dies gegenüber seinen früheren Beurtheilern auszusprechen, nöthigen die von mir ermittelten und bisher angeführten Thatsachen — sein[3]) Vergleich der von Everardus, Malpighi, Ruysch u. v. A. richtig gedeuteten Decidua mit der durch eine Entzündung hervorgerufenen Pseudomembran ganz auserordentlich, indem die von ihm so geringgeschätzte ältere Forschung, welche aber, wie ich bewiesen zu haben glaube, fast alles dem unbewaffneten Auge Erkennbare richtig gedeutet hatte, grade durch seine Auffassung nicht nur um mehr als ein Jahrhundert zurückgedrängt, sondern auch in eine neue und falsche Bahn gelenkt wurde, und insbesondere die so oft beschriebenen Gl. utriculares immermehr der Vergessenheit anheimfielen, welcher sie erst fünfzig Jahre nachher ein glücklicher Fund E. H. Weber's entriss!

Hunter's Entdeckungen fanden durch eine Dissertation von Cooper[4]) sowie durch Nachbildungen von Mayer[5]),

1) The anatomy of the human gravid uterus exhibited in figures. Birmingham 1774.

2) A. a. O. Tafel XXIX. Figur 2.

3) W. Hunter's anatomische Beschreibung des schwangeren menschlichen Uterus; deutsch von L. F. Froriep. Weimar 1802. Da Hunter's Tafelwerk Nichts über die Natur der Decidua enthält, so mag nicht unerwähnt bleiben, dass der nach seinem Tode von Baillie herausgegebene Commentar genau nach einem hinterbliebenen Manuscripte veröffentlicht worden ist.

4) Dissertatio de abortionibus. Lugd. Batavorum 1767.

5) Anatomische Kupfertafeln. 3. Heft. Berlin 1786.

Scassi[1]) und Loder[2]) eine durch ihre Vortrefflichkeit wohl verdiente schnelle nnd allgemeine Verbreitung, indess ist Sabatier's[3]) bereits von Robin[4]) erwähnte und unmittelbar nach Hunter's Werke erschienene Darstellung offenbar noch ohne dessen Kenntniss veröffentlicht worden, wie der folgende Inhalt schliessen lässt: „Cette membrane, sagt er, est percée d'une infinité de petits trous, par lesquels on voit sortir du sang à la moindre pression, ce qui les a fait regarder comme la voie des écoulements périodiques, auxquels les femmes sont assujetties et que l'on nomme flux menstruel, parce qu'il revient tous les mois.“ Weiterhin äussert sich Sabatier noch eingehender über die Bedeutung dieser Oeffnungen: „Elle est recouverte extérieurement par le péritoine et paraît tapissée intérieurement par une membrane mince, glaireuse et percée d'un grand nombre d'ouvertures qui laissent échapper dans sa cavité une humeur mucilagineuse, et qui fournissent aussi, comme il a été dit plus haut, la plus grande partie du sang menstruel. Mais cette membrane fait corps avec la matrice et ne peut en être séparée. L'épaisseur des parois de ce viscère est de trois à quatre lignes vers son fond et un peu moins vers son col. La matrice est tout autrement disposée dans les femmes qui sont enceintes. Non seulement elle change de figure et devient presque ronde, mais elle présente une organisation différente en ce que la membrane dont elle est garnie intérieurement se sépare du reste de la substance avec beaucoup de facilité et laisse apercevoir dans la face interne de ce viscère beaucoup de fibres musculeuses fort distinctes.“ Während demnach Sabatier's Kenntniss der Gl. utriculares erheblich hinter der von

---

1) De foetu humano. Diss. Edinburgh 1792; nach Soemmering: Icones embryonum humanorum. Francofurti ad Mainum 1799.

2) Anatomische Tafeln; nach Froriep.

3) Traité complet d'anatomie Paris 1775; 2. Ausgabe. Paris 1781. Tome II. p. 415, 449, 469, 478.

4) Mémoires de l'Académie impériale de médecine. Paris 1861. Tome XXV. p. 90.

O. Mantey del.

W. Grohmann sc.







Spigel, Malpighi u. A. offenbarten zurückhsteht, lag in seiner Bemerkung über die mit der Schwangerschaft eintretende Veränderung der Schleimhaut der einzige Schlüssel zur Lösung der von Hunter hervorgerufenen Verwirrung; diese Bemerkung ist leider ganz unberücksichtigt geblieben. Ueber die Decidua vera spricht Sabatier gar nicht, und eine Deutung der wenigstens erwähnten Decidua serotina fehlt gleichfalls.

Eduard Sandifort[1]), welcher nicht nur alle älteren Autoren nennt, von denen schwangere Frauen secirt worden sind, sondern auch der Erste ist, welcher Hunter's Tafelwerk gedenkt, erkennt zwar die Decidua an, läugnet indess ihre Oeffnungen und schliesst seinen Widerspruch mit den Worten: „Sunt et hac in fabrica bene multa, quae majori illustratione egent, antequam rite perspecta dici possint;" Wrisberg[2]), Gregorini[3]) und Soemmering[4]) berücksichtigen den feineren Bau der Gebärmutterschleimhaut ebenso wenig wie Blumenbach[5]), welcher jedoch der Innenfläche der Caduca eines 4—5 wöchentlichen Embryo zahlreiche Oeffnungen giebt, während Danz[6]) sie der Reflexa zuschreibt, und Grasmeyer[7]), ein Schüler von Wrisberg, die „membrana caduca Hunteri" schlechtweg mit weichem Boden vergleicht, in welchen der Saame versenkt wird.

Albrecht von Haller[8]) bezeichnet die aussen vom

---

1) Observationes anatomico-pathologicae. Lugduni Batavorum 1777. Liber II. cap. 1. p. 1; liber III. cap. 6. p. 22; liber IV. caput. 1. p. 142. Tafel 2.

2) Novi commentarii societatis reg. scientiarum gottingensis. T. IV. ad. an. 1773. Gottingae 1774. p. 57. — Observationes anatomico-obstetriciae de structura ovi et secundinarum humanarum. Gottingae 1783.

3) De hydrope uteri et de hydatidibus in utero visis aut ab eo exclusis. Diss. Halae 1795. p. 37.

4) Icones embryonum humanorum. Frankfurt am Main 1799.

5) Specimen physiologiae comparatae. Gottingae 1789.

6) Grundriss der Zergliederungskunde der neugeborenen Kinder. Band I. 1742. Frankfurt und Leipzig.

7) Commentatio physiologico-medica de conceptione et foecunditate humana. Göttingen 1789. p. 24.

8) Elementa physiologiae corporis humani. Band VIII Bernae

Chorion gelegene Hülle des Eies als „mollis, porosa, pene reticulata"; dagegen hat Denman[1]) gestützt auf Hunter's und seine eigenen Untersuchungen, bei denen er die von den Drüsenröhren herrührenden Löcher als das sicherste Merkmal festhielt, zuerst die positiven Ergebnisse Hunter's verwerthet und die makroskopische Uebereinstimmung der bei manchen Menstruirenden und jeder Fehlgeburt sich ablösenden Caduca erkannt. —

In der nunmehr folgenden Zeit, deren immer mehr anschwellende Literatur in Bezug auf die Decidua gravidarum in Rudolph Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, in Bezug auf die Decidua menstrualis dagegen von mir[2]) zusammengestellt worden ist, wird — davon überzeugt man sich um so mehr, je tiefer man in den Gegenstand eindringt, — hauptsächlich die Frage über die Natur der Decidua und ihr Verhalten zum Ei und den Mündungen der Eileiter geprüft, dagegen die Untersuchung und Erklärung der in ihr enthaltenen Oeffnungen von den Meisten[3]) vernachlässigt und schliesslich selbst von Oken[4]), Johannes Müller[5]), Rudolph Wagner[6]), Le Sauvage[7]) und Anderen übergangen. Da wies — mehr als zweihundert Jahre nach Spigel's

1766. p. 177. § 3. p. 138. — Grundriss der Physiologie: deutsch von Soemmering. Berlin 1788. § 888 § 892.

1) Medical Facts and Observations. T. I. p. 108; deutsch in der Sammlung auserlesener Abhandlungen für praktische Aerzte. Leipzig XIV. 1791. p. 675. — D. Collection of engravings tending to illustrate generation and parturition. London 1787—90. ist mir nicht zugänglich gewesen.

2) Beiträge zur Geburtshilfe I. p. 155.

3) Auch Diejenigen, welche wie Heusinger (Zeitschrift für organische Physik. II. p. 515), F. Bock (De membrana decidua Hunsteri. Diss. Bonnae 1831) R. Lee (Med. chir. Transactions XVII. 1832. London p. 472) u. A. der Löcher der Decidua gedenken, gehen nicht näher auf sie ein.

4) Isis. Jena 1827. p. 371.

5) Meckel's Archiv für Anatomie und Physiologie. 1830. p. 411.

6) Dasselbe Archiv 1830. p. 73.

7) Archives générales de médecine. 1833. Mai p. 37.

Entdeckung der die Gebärmutterschleimhaut durchziehenden Drüsengänge — Ernst Heinrich Weber[1]) sie von Neuem durch das Mikroskop zuerst beim Reh, der Kuh und dem Kaninchen, später[2]) beim Weibe nach, bei welchem sie sodann auch von Coste[3]), Sharpey[4]) Reid[4]) u. A. erkannt wurden, wogegen sie Burckhardt[5]), Baer[6]) und Krause[7]) bei Kühen bestätigten, Eschricht[8]) bei der Katze und dem Delphin entdeckte. Reichert's[9]) Preisarbeit lehrte dann, dass die Glandulae utriculares bei keiner der von ihm untersuchten Säugethierarten vermisst wurden; nähere Angaben wurden endlich von Bischoff[10]), Virchow[11]) und Robin[12]) veröffentlicht.

Simpson[13]) wies zuerst hauptsächlich auf Grundlage der Drüsenlöcher und Gefässe die mikroskopische Uebereinstimmung der bei der Decidua mentrualis entfernten Häute

1) F. Hildebrandt's Handbuch der Anatomie des Menschen. 4. Auflage 1832. Braunschweig. Band IV. S. 505.

2) Amtlicher Bericht über die 19. Versammlung deutcher Naturforscher und Aerzte in Braunschweig im September 1841. p. 86. Braunschweig 1842; ferner schon früher in Johannes Müller's Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Band II. 1840. p. 710.

3) Comptes rendus etc. 1842. Tom XV. p. 59; p. 162.

4) In der englischen Uebersetzung von Johannes Müller's Physiologie.

5) Observationes anatomicae de uteri vaccini fabrica. Basel 1834. p. 13.

6) Entwickelungsgeschichte. Band II. Königsberg 1837.

7) Handbuch der menschlichen Anatomie. Band I. Hannover 1841. p. 701.

8) De organis, quae nutritioni et respirationi foetus mammalium inserviunt. Hafniae 1837.

9) J. Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie 1848. S. 78.

10) Entwickelungsgeschichte des Hundeeies 1845. — Dies Archiv. 1846. p. 111.

11) Schleiden's und Froriep's Notizen. 1847. Band I. p. 309.

12) Archives générales de médecine. 1848. T. XVII. p. 285. — Mémoires de l'Académie impériale de médecine. 1861.

13) Edinburgh medical Journal. September 1846.

mit den bei Fehlgeburten sich ablösenden nach, welche Beobachtungen durch Oldham[1]), Virchow[2]) und andere in meiner[3]) Abhandlung über die Decidua menstrualis aufgeführte Autoren bestätigt wurden. — Nylander[4]) entdeckte dann zufällig die Wimpern an den Cylinderepithelien der Gl. utriculares des Schweines, und Friedländer[5]) bestätigte neuerdings die damals von Leydig[4]) ausgesprochene Vermuthung, dass auch die gleichnamigen Drüsenepithelien des Weibes mit Wimpern versehen wären. Friedländer's Untersuchungen bestätigten ferner die von Jenty[6]) bereits angedeutete, zuerst von W. Hunter[7]), später von Weber[8]), Coste[9]), Bock[10]) und zahlreichen Anderen mehr oder weniger bestimmt aufgestellte Behauptung, dass sich während jeder Schwangerschaft nur der innere Theil der Gebärmutterschleimhaut ablöst, während ihr äusserer mit den blinden Drüsenenden an dem Organe zurückbleibt. Ein gleicher Befund ist von mir[11]) selbst bei der Decidua menstrualis beobachtet

---

1) London medical Gazette 1846. II. p. 38; Gazette médicale de Paris 1847. p. 616.

2) Vortrag gehalten vor der Gesellschaft für Geburtshilfe in Berlin im Februar 1847; Gesammelte Abhandlungen zur wissenschaftlichen Medicin. 1856. S. 735.

3) Beiträge zur Geburtshilfe und Gynäkologie. Band I. Berlin 1872 S. 155—277.

4) Dies Archiv 1852. S. 375.

5) Physiologisch-anatomische Untersuchungen über den Uterus. Leipzig 1870.

6) a. a. O.

7) Anatomische Beschreibung u. s. w. S. 74. „Da sie (die Decidua) aber von beträchtlicher Dicke ist, so bleibt fast immer eine Lamelle derselben noch nach der Niederkunft im Uterus hängen, und geht erst nachher mit den Lochien fort."

8) Froriep's Notizen. 1835. Nr. 996.

9) Bei Robin: Archives générales de médecine. 1848. XVII. p. 257.

10) Handbuch der Anatomie des Menschen. Band II. Leipzig 1850. S. 764.

11) Beiträge u. s. w.

worden, nachdem bereits Saviotti[1]) aus der Untersuchung der bei diesem Vorgange entfernten Häute gefolgert hatte, dass die äusserste Lage der Schleimhaut mit den blinden Drüsenenden in der Gebärmutter zurückbleibt. Hegar und Maier[2]) haben es endlich zuerst ausgesprochen, dass das Epithel der Gl. utriculares bei der Bildung der Decidua ganz unbetheiligt bleibt. —

Nachtrag.

Wenige Tage nach der Absendung der voranstehenden Untersuchungen bin ich noch auf mehrere Arbeiten gestossen, deren Inhalt eine weitere Ergänzung der in jenen auszuführen versuchten Behauptung ist, dass der Bau und die Verrichtung der Glandulae utriculares im 17. und der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts fast allgemein bekannt und so weit erkannt gewesen ist, als es ohne Hilfe der ebenso unvollkommenen, wie selten gebrauchten Vergrösserungsgläser möglich gewesen ist.

Georg Pielow[3]) versteht unter congregirten Drüsen diejenigen, welche zu mehreren neben einander liegen, getrennt nach aussen münden, jeder gemeinsamen Hülle entbehren und rechnet hierher die folgenden: „Imprimis autem illae Glandulae locum obtinent inter membranas viscerum quorumdam, nempe Intestinorum, Ventriculi, Uteri, Palati etc. etc.“ Dass diese Worte in einer Dissertation stehen, verleiht ihnen, wie den vorher von Madai, Lister u. A. mitgetheilten einen besonderen Werth, weil derartige Arbeiten im Durchschnitte den Anschauungen ihrer Zeit und speciell

---

1) Scanzoni's Beiträge zur Geburtskunde. Band VI. 1869. S. 219.

Virchow's Archiv für pathologische Anatomie. Band LII. 1871. S. 161 u. f.

3) Dissertatio de glandulis. In Halleri Dissertationum anatomicarum selectarum Volumen II. Göttingen 1747. Nr. XXIX. § 35. vom Jahre 1683. 20. August. Wittenberg.

ihrer Lehrer entsprechen und deshalb — natürlich nicht ohne Ausnahmen — der wissenschaftliche Standpunkt ihrer Zeit sich in ihnen wiederspiegelt.

Mylius[1]) zählt dagegen — gleichfalls in einer Dissertation — die Glandulae uterinae zu den „vesiculares“ und schreibt ihnen wie allen derartigen Drüsen innen feine Blutgefässe zu; Douglas[2]) bildet ferner an der Innenfläche der Gebärmutter einer Wöchnerin ab „several little eminences, which I took to be the Glands mentioned by Malpighi, which separate a Humor, to Lubricate and Moisten its cavity.

Eudlich hat auch Abraham Vater[3]) wahrscheinlich die Glandulae utriculares beschrieben, indess habe ich einen Einblick in seine Arbeit nicht machen können.

---

1) Dissertatio de glandulis. Lugduni Batavorum 8. 7. 1698; § 2. in Haller's Disputationum anatomicarum selectarnm Vol. II. p. 709.

2) Philosophical Transactions. London 1706. Nr. 308. p. 2322. Nr. 12.

3) Uterus gravidus, ejus structura sinuosa et orificiorum menses et lochia fundentium fabrica. Wittenberg 1725; citirt in Haller's Bibliotheca anatomica. Tomus II. Tiguri 1787. § 800.

Untersuchungen über das Gehirn.

Neue Folge.

Von

DR. EDUARD HITZIG,
Privatdocent in Berlin.

I.

Ueber den Ort der extraventriculären Cerebralflüssigkeit.

Nachdem in den letzten Jahren die Literatur unseres Themas gelegentlich der Arbeiten von J. Henle[1]) H. Quincke[2]) und E. Leyden[3]) erschöpfend zusammengestellt worden ist, glaube ich auf dieselbe nicht noch einmal näher eingehen zu sollen. Der gegenwärtige Standpunkt der meisten Autoren — und unter ihnen befinden sich mehrere unserer besten Forscher — wird durch die Darstellung von Henle veranschaulicht werden: „Da der seröse Sack (Arachnoidealsack Bichat's), auf dessen „anatomischen Nachweis von vornherein verzichtet wurde, nur „eine Hypothese war zur Erklärung des die Centralorgane um- „spülenden Wassers, so verstand es sich von selbst, dass das „Wasser den Inhalt des Sackes bilden musste, dessen Wände „man als die Quelle des Wassers ansah. Der Glaube an den „serösen Sack hinderte die Anatomen, zu bemerken, dass bei

---

[1]) J. Henle, Handbuch der systematischen Anatomie. Nervenlehre. S. 315. Braunschweig, 1871.

[2]) H. Quincke, Zur Physiologie der Cerebrospinalflüssigkeit. Dieses Archiv. 1872, H. 2.

[3]) E. Leyden, Klinik der Rückenmarkskrankheiten. Bd. 1. S. 7—13. Berlin, 1874.

„der Eröffnung der Wirbelhöhle das sogenannte viscerale Blatt „der Arachnoidea in der Regel in unmittelbarer Berührung mit „dem parietalen gefunden wird; er hinderte die Aerzte, sich zu „überzeugen, dass das gerinnbare Exsudat der Arachnitis nicht „zwischen den beiden Lamellen des serösen Sackes, sondern „unterhalb der Viscerallamelle liegt.“ Henle selbst[1]) bezeichnet dann in Uebereinstimmung mit den meisten anderen neueren Autoren das sogenannte subarachnoideale Bindegewebe als den eigentlichen Ort der Cerebrospinalflüssigkeit, indem er es mit Virchow ein physiologisch wassersüchtiges Gewebe nennt. Er meint, dass die areoläre Beschaffenheit dieses Gewebes der Flüssigkeit eine fast so rasche Ortsveränderung erlaube, als wenn sie frei das Centralorgan umspüle. So würden alle Anforderungen erfüllt, welche das eigenthümliche Verhältniss des Druckschwankungen und plötzlichen Bewegungen in der starren Schädelkapsel ausgesetzten Gehirns, stellen könne.

Wie man schon aus der Darstellung Henle's ersieht, ist mannigfacher, wenn auch erfolgloser Widerspruch dieser Anschauungsweise nicht erspart geblieben. Jeder ist gewohnt, an das zu glauben, was er selbst sieht. So blieben die Anatomen und pathologischen Anatomen in der grossen Mehrzahl bei dem an und für sich ganz unanfechtbaren Befunde stehen, dass sich bei der Leichenöffnung im Sacke der Dura[2]) an der Convexität gewöhnlich keine Flüssigkeit findet, während die Maschen der Pia allerlei flüssige Körper enthalten können. Die Einwendungen der Gegner wurden als rein theoretischer Natur bezeichnet, insofern sie sich lediglich auf die nicht zu erweisende Hypothese Bichat's von der Auskleidung aller Höhlen mit serösen, also Flüssigkeit secernirenden Häuten stützen sollten.

---

[1]) a. a. O. S. 312.

[2]) Ich werde im Folgenden, wenn ich von meinen eigenen Erfahrungen spreche, nur die Benennungen „Dura“ und „Pia“ anwenden; Denn heut zu Tage versteht fast Jeder etwas Anderes, wenn er von „der Arachnoidea“ spricht, ohne dass doch die Berechtigung dieser verschiedenen Anschauungsweisen hier erörtert werden könnte.

Andererseits hatte ich mich selbst durch eine nach Hunderten zählende Reihe von Vivisectionen an Hunden so sicher als möglich von dem Vorhandensein einer nicht geringen Menge von Flüssigkeit im Sacke der Dura überzeugt. Das von mir angewendete Verfahren schloss jede Täuschung aus. Mit einer kleinen Trephine wurde ein Loch von 14 Mm. Durchmesser in den Schädelknochen geschnitten, die unverletzte Dura bauschte sich hervor, und schon jetzt konnte man durch deren halbdurchsichtiges Gewebe hindurch die Anwesenheit von Flüssigkeit in dem von ihr eingeschlossenen Raume wahrnehmen. Sobald nämlich die Dura der Pia ohne trennende Flüssigkeitsschicht unmittelbar anliegt, sieht man die Gefässe der weichen Hirnhaut durchschimmern, die Anwesenheit einer Flüssigkeitsschicht macht das Bild der Gefässe hingegen, je nach ihrer Dicke, mehr oder weniger undeutlich und verräth sich ausserdem durch die besondere Art der Lichtbrechung.

Ging ich nun mit einem ganz kleinen und sehr spitzen Scalpell im Centrum der Knochenlücke so zwischen Dura und Pia ein, dass die Klinge des Messers den Hirnhäuten fast parallel lag, so quoll sofort eine beträchtliche Menge entweder klarer, oder mit Blut gemischter Flüssigkeit unter einem anscheinend nicht ganz geringen Drucke hervor. Wurde nun das Schädeldach weiter abgetragen und die Dura mit Pincette und Scheere entsprechend weit entfernt, so konnte ich mich leicht überzeugen, dass auch in den Fällen, wo Blut kam, die Pia keine Verletzung erfahren hatte, sondern dass das Blut aus den zerschnittenen Gefässen der harten Hirnhaut herstammte; denn auch die kleinsten Verletzungen der Pia geben ein Bild, welches jede Täuschung unmöglich macht. Abgesehen von dem Umstande, dass in der Regel eine Blutung auf die freie Fläche, oder wenn die Wunde sehr klein ist, in das Maschengewebe der Pia selbst folgt, so drängt sich die weiche Hirnmasse hernienartig durch die Wunde der weichen Hirnhaut hervor. Betrachtet man nun die Oberfläche der Hemisphäre gegen das Licht, so macht sich auch die kleinste Unterbrechung des in der Norm vorhandenen feuchten Glanzes auf das Deutlichste

bemerkbar. Aber man kann sich auch noch auf eine andere Weise überzeugen, dass jene Flüssigkeit nicht etwa aus einem noch so kleinen Loche der Pia hervorströmt. Wenn man nämlich die Dura der Trepanationslücke mit der Scheere durch einen Kreuzschnitt spaltet, und die Lappen zurückschlägt, so sieht man während der ersten Hälfte jeder exspiratorischen Phase die Flüssigkeit ganz deutlich und in relativ bedeutender Menge von den Seiten her hervorquellen. Käme diese immerhin erhebliche Menge Flüssigkeit in so kurzer Zeit aus einer kleinen Lücke der Pia, so würde sie unter einem bedeutenden Drucke und mit grosser Geschwindigkeit, also als ein nicht zu übersehender dünner Strahl hervorspritzen müssen. Einen andern Beweis dafür, dass die Cerebralflüssigkeit nicht aus dem Maschengewebe der Pia kommt, werde ich unten noch anführen.

Wenn nun auch für mich auf Grund dieser täglichen Erfahrung kein Zweifel über den fraglichen Punkt existiren konnte, so war damit der Widerspruch zwischen den Befunden der Anatomen und den Ergebnissen der Vivisection noch nicht gelöst. Ich musste annehmen, dass so ausgezeichnete Beobachter, wie die Vertheidiger der Eingangs geschilderten Lehre sich nicht getäuscht hatten, als sie die stete Abwesenheit von Flüssigkeit im Sacke der Dura bei Leichen constatirten, und ich musste erwarten, dass die einfache Gegenüberstellung der beiderseitigen Befunde denselben negativen Erfolg haben würde, wie die früheren Bemühungen. Ich hätte dies lebhaft zu bedauern gehabt; denn die Vorstellungen, welche man sich von einer beträchtlichen Zahl physiologischer und pathologischer Verhältnisse bildet, müssen nothgedrungen auf dem Boden jenes einfachen Thatbestandes erwachsen. Unter diesen Umständen kam es darauf an, die Brücke zwischen den divergirenden Ansichten, von denen eine jede sich zweifelsohne auf richtige Beobachtungen stützte, herzustellen.

Ich unternahm dies in folgender Weise: Zunächst galt es, zu entscheiden, ob man beim todten Hunde denselben Mangel von Flüssigkeit im Sacke der Dura würde nachweisen können, als bei den zur Autopsie gelangenden Menschen. Ich untersuchte deshalb nach

der oben geschilderten Methode eine grössere Zahl von Hunden, welche bereits vor mehr als 24 Stunden getödtet waren. Hierbei fand sich denn, wie ich wohl voraussetzen durfte, dasselbe Verhältniss, welches beim Menschen beschrieben worden ist: im Sacke der Dura war, wenigstens an der Convexität, auch nicht ein einziger Tropfen Flüssigkeit vorhanden. Es fand sich aber noch etwas mehr, und das ist der fernere Beweis für die Herkunft der Cerebralflüssigkeit aus dem Sacke der Dura selbst, den ich oben verhiess. Ich konnte nämlich die Pia und die Hirnsubstanz in jeder beliebigen Weise verletzen, ohne dass auch dann ein noch so kleines Tröpfchen hervordrang. Nunmehr war also weder Flüssigkeit zwischen Dura und Pia, noch innerhalb der Maschenräume der letztern zu finden. Wenn die Erklärung, dass die bei Sectionen menschlicher Leichen an der Schädelbasis gefundene Flüssigkeit lediglich aus dem durch die Säge zerrissenen Gewebe der Pia ausgeflossen sei, richtig wäre, so würde man ja dieses Ausfliessen aus der erst nach vollkommener Freilegung verletzten Gefässhaut des todten Hundes sehen müssen. Etwas Anderes fand sich aber, das muss schon hier angeführt werden, wenn ich aus dem in situ gelassenen Gehirne einen Keil herausschnitt, dessen Oeffnung mir einen Einblick in den Seitenventrikel gestattete. Dieser war stets von Flüssigkeit erfüllt.

Wenn nun die Verhältnisse im todten Hundeschädel als identisch mit denen innerhalb des todten Menschenschädels erkannt waren, so erschien die Wahrscheinlichkeit, dass die Verhältnisse auch im Leben die gleichen sein würden, unendlich gross; es fragte sich aber, was denn aus der im Leben ziemlich reichlichen Menge von Flüssigkeit nach dem Tode geworden sei? Ausserdem galt es aber noch einen Einwand zu beseitigen, der mit Recht erhoben werden konnte. Da nämlich im Momente der Trepanation der Druck innerhalb der Schädelkapsel wesentlich geändert wurde, so konnte immerhin die Möglichkeit angeführt werden, dass die wahrgenommene erhebliche Menge der Cerebralflüssigkeit dennoch in der Norm nicht vorhanden und nichts Anderes als

ein durch den veränderten Druck bedingter, pathologischer Erguss aus den Lymphbahnen der Hirnhäute sei. Ueber die beiden zuletzt angeführten Momente war durch denselben Versuch Aufklärung zu erlangen. Ich untersuchte eine grosse Anzahl von Hunden verschieden lange Zeit nach ihrem Tode, der theils durch Blausäure, theils durch Cyankalium herbeigeführt worden war. Die Blausäurevergiftungen waren in der Anatomie der Königlichen Thierarzneischule, die Cyankaliumvergiftungen durch mich selbst ausgeführt worden. Bei der ersteren Methode erfolgt der Tod immer momentan, bei der anderen geht es manchmal ebenso schnell, manchmal verfliessen einige Minuten.

Eröffnete ich nun den Sack der Dura genau in der oben angeführten Weise unmittelbar nach dem Tode des Thieres, so fand sich dasselbe Verhältniss wie beim Lebenden. Sobald die Dura angeschnitten wurde, quoll die Cerebralflüssigkeit hervor und erfüllte die Trepanationslücke. Liess ich etwas längere Zeit vergehen, so war die Menge der Flüssigkeit geringer, und bereits nach einigen Stunden fand sich wenigstens an der Convexität von derselben nichts mehr vor. Die letzten Spuren der Flüssigkeit liessen sich immer noch in der Art entdecken, dass ein Zipfel der kreuzweis gespaltenen Dura wiederholt sacht angezogen und wieder losgelassen wurde; dann liess sich an der verschiedenen Art der Lichtbrechung noch deutlich eine minimale Flüssigkeitsschicht zwischen Dura und Pia erkennen.

War nun die Flüssigkeit ganz geschwunden, so befand sich die Oberfläche des Hirns zu der Schädelwandung, zunächst also zur Dura, überhaupt in einem andern räumlichen Verhältniss. Gelang es beim lebenden und dem jüngst getödteten Thiere leicht, mit dem Scalpell zwischen Dura und Pia einzudringen, ohne die letztere anzuschneiden, so war dies nun ausserordentlich schwierig, fast unmöglich, obwohl die Dura sich wie in den andern Fällen nach Anlegung der Knochenlücke hervorwölbte. Selbst wenn ich mit einer krummen Nadel die Dura vor dem Einstich anhakte und aufhob, gewahrte ich fast immer nach Freilegung der Oberfläche des

Centralorgans an einer kleineren oder grösseren Stelle das oben von mir angeführte charakteristische Hervorquellen der Hirnmasse aus einer Lücke der weichen Hirnhaut. Die Hirnsubstanz selbst hatte nunmehr also den Raum eingenommen, welcher früher durch die Cerebralflüssigkeit ausgefüllt wurde.

Hiermit scheinen mir die beiden zuletzt aufgeworfenen Fragen in einer befriedigenden und den Zusammenhang der Dinge vollkommen herstellenden Weise beantwortet zu sein. Bei diesen Sectionen konnte eine Secretion in Folge von Druckveränderung nicht stattgefunden haben; denn das todte Thier secernirt nicht mehr. Ebenso war der Verbleib der verschwundenen Cerebralflüssigkeit durch die Volumenszunahme des Gehirns selbst erklärt; denn diese konnte nach Lage der Dinge nur durch Aufnahme jener Flüssigkeit verursacht sein. Und diese Annahme wurde um so sicherer, als ganz ausnahmslos ein bedeutender Unterschied in der Consistenz der Gehirne ganz frisch und bereits seit einigen Stunden getödteter Hunde nachzuweisen war. Im letzteren Falle war das Gehirn stets viel weicher.

Es war mir nun wegen einer Reihe von pathologischen Zuständen, ganz abgesehen von der physiologischen Seite der Frage, von Interesse, zu erfahren, welchen physikalischen Verhältnissen die Aufnahme der Flüssigkeit in das Innere des Organs zuzuschreiben sei. Zu diesem Zwecke machte ich die oben erwähnten, keilförmigen, bis in die Seitenventrikel reichenden Excisionen aus den Hemisphären solcher Thiere, bei denen extraventriculäre Cerebralflüssigkeit nicht mehr nachweisbar gewesen war. Denn ich sagte mir, dass auch die hier vorhandene Flüssigkeit wohl geschwunden sein würde, wenn die Resorption der extraventriculären Flüssigkeit lediglich auf einer besonderen hygroskopischen Tendenz, einer besonderen Imbibitionsfähigkeit der todten Hirnmasse beruhe. Da ich nun aber die Ventrikel, sobald das Gehirn in situ gelassen wurde, stets von Flüssigkeit erfüllt fand, so war diese Annahme auszuschliessen, und ich kam deshalb zu der Ueberzeugung, dass die Imbibition in das Gehirn wesentlich durch den von demselben auf das Wasser ausgeübten Druck bedingt wird.

Wie viele Factoren bei der Production des normalen Hirndruckes und bei seiner Erhaltung auf einem gewissen Durchschnittswerthe betheiligt sein mögen, will ich nicht näher erörtern. Es kam mir für den Zweck dieser Abhandlung nur darauf an, festzustellen — soweit dies ohne besondere Vorrichtungen möglich war — ob in der Schädelhöhle eben getödteter Thiere, also nach Fortfall des Blutdruckes, noch ein nennenswerther positiver Druck vorhanden sei oder nicht. Dazu genügte das einfache Anstechen der Dura in der Trepanationslücke. Wenn nämlich das Thier ganz frisch getödtet ist, so quillt die Flüssigkeit, abgesehen von den respiratorischen Schwankungen, in genau derselben Weise wie bei den Lebenden hervor. Ist nun die Stichöffnung klein, und tupft man das herausrieselnde Wasser fort, so kann man den Vorgang eine ganze Weile beobachten. Daraus geht wohl ziemlich sicher hervor, dass der Druck, welchen das Hirnwasser und das lebende Gehirn gegenseitig auf einander ausüben, nicht lediglich aus dem innerhalb des Gefässsystems herrschenden Drucke resultirt. Es muss vielmehr bei Lebzeiten und bereits in der Norm ein Secretionsdruck mitwirken, welcher einen höheren Werth besitzt, als derjenige ist, mit dem die eigene Elasticität und der Blutdruck das Gehirn gegen die Schädelwände treiben. Das Gehirn befindet sich also dauernd in einem Zustande physiologischer Compression. Dass dieser Secretionsdruck durch Krankheitsprocesse noch in erstaunlicher Weise gesteigert werden kann, ist ja zur Genüge durch die Symptome des Hydrocephalus bekannt, und wenn man in Rechnung zieht, dass die Resorption abnormer Flüssigkeitsmengen innerhalb des Sackes der Dura mit grosser Geschwindigkeit vor sich geht, so wird man noch mehr Respect vor diesen Kräften bekommen.

Der Werth des normalen Hirndruckes ist von Leyden [1]) und von Jolly [2]) ziemlich übereinstimmend auf 100—110 Mm.

---

[1]) E. Leyden, Ueber Hirndruck und Hirnbewegungen. Virchow's Arch. Bd. 37. (1866). H. 4.

[2]) Fr. Jolly, Untersuchungen über den Gehirndruck und die Blutbewegung im Schädel. Würzburg 1871.

Wasser im Mittel bestimmt worden. Hört nun der Gegendruck des Blutes auf, so wird der Gesammtdruck zwar absinken, jedoch nicht ganz verschwinden, es wird gerade noch die Kraft übrig bleiben, mit der das comprimirte Gehirn seine Elasticitätsgrenzen wieder einzunehmen sucht, und in dieser Kraft ist wohl das Moment zu suchen, durch welches das Wasser aus dem Sacke der Dura in die Hirnsubstanz verdrängt wird.

Es scheint mir, dass nach Kenntnissnahme dieser Thatsachen manche pathologischen Verhältnisse einer wiederholten Betrachtung bedürfen werden. Ich halte es zwar für unrichtig, jede eben gefundene physiologische Thatsache sofort bis zu den letzten pathologischen Consequenzen hin auszubeuten, und ich glaube, dass die Sache mehr gefördert wird, wenn man zuvor den Prüfstein neuer pathologischer Erfahrungen den Anschauungen anlegt, welche plötzlich eine andere Form erhalten sollen, dennoch wird es zweckmässig sein, die Aufmerksamkeit auf einige hier besonders zu berücksichtigende Fragen zu lenken. Hierher rechne ich namentlich die so vielfach umstrittene Frage nach dem Werthe der Consistenz der Hirnmasse solcher Personen, welche unter allgemeinen Cerebralerscheinungen zu Grunde gingen. Der Nachweis, dass eigentlich jedes zur Section gelangende Gehirn eine je nach den Umständen verschiedengradige Maceration erfahren hat, dürfte mancherlei in einem andern Lichte erscheinen lassen. Insbesondere dürften schnell erfolgende Exsudationen, welche durch allgemeine Hirn-Anämie schnell tödtlich verliefen, die postmortale Aufnahme von Flüssigkeit in die Hirnsubstanz insofern begünstigen, als bei einer kurzen Dauer der Compression die Elasticitätsverhältnisse der centralen Nervenmassen noch nicht wesentlich verändert sein können. Es ist also nicht unmöglich, dass ein Hydrocephalus externus acutus bei Personen bestanden hat, deren Gehirn bei der Section nur die Zeichen des Hirnödems präsentirt. Auch die Oedeme der Pia bleiben mit der zuletzt entwickelten Anschauung verständlich. Wo man sie findet, hat die benachbarte Hirnsubstanz einfach in Folge degenerativer Vorgänge ihre Elasticität oder ihr normales Volumen eingebüsst, so

dass eine Verdrängung des Wassers nicht mehr stattfinden kann. Endlich wäre es von nicht geringem Interesse, wenn die Aufmerksamkeit der Irrenaerzte sich gerade auf diesen Punkt lenken wollte. Da in der Norm Flüssigkeit im Sacke der Dura bald nach dem Tode nicht mehr vorhanden ist, so gewinnt die Angabe, welche ich bei sorgfältigen Sectionsberichten über Leichen Geisteskranker finde, dass beim „Anschneiden der Dura" mehrere Esslöffel Flüssigkeit herausgeflossen seien, entschieden an Interesse. Man hat ja von jeher angenommen, dass der durch Hirnatrophien entstehende Raum durch Flüssigkeit ausgefüllt würde, nun aber würde man dem Nachweise von irgend welcher Quantität Wasser in diesem Raume immer noch die Bedeutung beilegen müssen, dass auch beim Fehlen augenfälliger Veränderungen, innerhalb des Gehirnes allgemein oder local Ereignisse eingetreten wären, welche ihm die postmortale Ausdehnung bis zur gänzlichen Erfüllung der Schädelkapsel nicht gestatteten. —

Die in der vorstehenden Arbeit angeführten Untersuchungen sind in einem besonderen, mir durch Hrn. Geheimrath Reichert überwiesenen Arbeitsraume der Königlichen Anatomie ausgeführt worden. Das Material zu denselben, insofern es Cadaver in sich schliesst, wurde mir durch Hrn. Dr. Schütz, Dirigenten der Hundeklinik der Königlichen Thierarzneischule geliefert. Ich bin diesen beiden Hrn. für die freundliche Bereitwilligkeit, mit der sie meine Bestrebungeu unterstützten, zu besonderem Danke verpflichtet. Ausserdem erwähne ich dankend, dass auch Hr. Professor Virchow mir Gelegenheit gab, ihn von dem Vorhandensein von Flüssigkeit im Sacke der Dura cerebralis während des Lebens und unmittelbar nach dem Tode überzeugen zu dürfen.

Ueber Contraction der Muskelfaser.

Von

KARL KAUFMANN.

Tafel XI. D.

Zuerst waren es Prévost und Dumas, zwei französische Forscher, die Beobachtungen über die Contraction der Muskelfasern anstellten und sich bemühten, zugleich auch eine physikalische Erklärung der wahrgenommenen Zickzackbeugungen zu liefern. Sie stellten nämlich folgende Theorie der Contraction auf. Die Zickzackbeugungen würden durch die Nerven gebildet, die im Muskel in feine Aeste ausstrahlten, welche einander parallel in gewissen Abständen von einander senkrecht gegen die Faserrichtung über die Bündel hinwegliefen. Sobald nun die Nerven in Erregungszustand geriethen, durchlaufe alle diese queren Fasern in gleichem Sinne ein galvanischer Strom. Diese Ströme zögen sich nach dem Ampère'schen Gesetz gegenseitig an, näherten folglich die parallelen Nervenfasern einander, in Folge dessen der zwischen je zwei derselben gelegene Theil der Muskelfasern sich beugen und im Winkel geknickt werden müsse. Man finde daher regelmässig die Nerven gerade über die Spitzen der Winkel der gebogenen Muskelfasern hinweggehen. Da sie indess von falschen Voraussetzungen ausgingen, denn weder ist der quere Verlauf der Nervenfasern parallel, ferner durchläuft bei der Erregung die Nerven nicht

einfach ein galvanischer Strom, und die Muskelfasern beugen sich nicht im Zickzack, sondern strecken sich gerade; da also ihre Prämissen ganz falsche waren und erst die fortgesetzte mikroskopische Untersuchung nähern Aufschluss über den feineren Bau der Muskelfaser und ihre Elemente, über Nerven und deren Endigungen, sowie über das Verhältniss beider zu einander, gegeben hat, so war es natürlich, dass jene Theorien bald andern das Feld räumen mussten und als vollständig antiquirt zu betrachten sind.

Es ist nun durchaus nicht meine Absicht eine mehr oder weniger vollständige Darstellung der complicirten Controversen zu geben, welche über die feinere Structur der quergestreiften Muskelfaser schweben. Dies würde nicht nur über meine Kräfte, sondern auch über die meiner Abhandlung unvermeidlich gesteckten Grenzen weit hinausgehen und vor Allem eine grosse Reihe von Abbildungen erforderlich machen, welche die Ansichten der verschiedenen Autoren versinnlichen könnten. Vielmehr beschränke ich mich auf die Erörterung einiger sozusagen brennender Fragen über die Contraction der quergestreiften Muskelfaser und kann auch hier nicht Alles, sondern nur einige ausgewählte Meinungen berücksichtigen. Ich kann auch nicht auf die neuerdings von du Bois-Reymond[1]) und Sachs[2]) discutirte Frage eingehen, ob die motorische Endplatte nach Krause[3]) bei der Contraction ihrer Muskelfaser einen elektrischen Schlag ertheilt. Ich muss also leider in Betreff der mannigfaltigen Darstellungen vieler Andern einfach auf die betreffenden Jahresberichte verweisen.

Neuerdings nun sind es drei Ansichten von Hensen, W. Krause und Engelmann, die bald nach einander betreffs des Zustandekommens der Contraction der Muskelfaser und ihres Verhaltens während derselben aufgestellt sind und sich den Rang streitig machen.

Bevor ich jedoch näher auf die Erörterung und Darlegung

---

1) Dieses Archiv, 1873. S. 568.
2) Dieses Archiv, 1874. S. 57.
3) Zeitschr. für ration. Medicin 1863. Bd. XVIII. S. 152.

der drei Theorien eingehe, will ich kurz den normalen Bau der nicht contrahirten Muskelfaser besprechen, wie ihn Krause in seinen „motorischen Endplatten“ dargethan hat und mich dann bei Besprechung der Theorien von Hensen und Engelmann, deren Beschreibung des Baues der nicht contrahirten Muskelfaser in vielen Punkten abweichend ist, auf jenes Schema zurückbeziehen.

W. Krause beschreibt die quergestreiften Muskelspindeln als lang gestreckte Zellen, deren Umhüllung ein structurloses Sarkolemm bildet, das mithin den Werth einer Zellmembran besitzt. An der Innenfläche dieser Membran sitzen constant Kerne, die er Sarkolemmkerne nennt und die wohl unterschieden werden müssen von den Muskelkernen, worunter er ausschliesslich die im Innern des Sarkolemminhaltes vorkommenden Kerne versteht. Die contractile Substanz oder der Sarkolemminhalt nach Abzug der Muskelkerne zeigt alternirend hellere und dunklere Querstreifen von messbarer Breite. Während diese Verhältnisse schon bei einer 300—400maligen Vergrösserung wahrgenommen werden können, so ergaben starke Vergrösserungen noch eine dritte Art von Querstreifen, die als sehr feine dunkle Linien erscheinen. Zum Unterschiede von diesen nennt er jene schon längst bekannten breiteren Streifen Querbänder und unterscheidet dunkle, anisotrope, die von matterem Aussehen und stärker lichtbrechend sind und helle, isotrope, die schwächer lichtbrechend und fast ganz durchsichtig sind. Die Dickenausdehnung der letzteren in der Längsrichtung der Muskelspindel ist im nicht gedehnten Zustande etwas geringer als die der dunkeln Querbänder. Die Querlinien, die ebenfalls auf die Längsrichtung der Muskelspindel senkrecht stehen, halbiren jedes helle Querband.

Nach der Ansicht von Hensen ergiebt die Contraction der Muskelfaser eine proportionale Verschmälerung aller Theile in der Längsrichtung derselben, wobei die Zwischensubstanz (Krause's isotrope Substanz) dunkel ist; die Querstreifung ist natürlich schmaler geworden durch das Aneinanderrücken der Querscheiben (Krause's anisotroper Substanz); dagegen sind die Querdurchmesser sowohl der hellen als

dunklen Substanz wesentlich vermehrt und der Sarkolemmschlauch erscheint während der Contraction im Profil vollstädig frei von Einkerbungen, vielmehr glatt und als eine grade Linie; bei feinen Stückchen bluthaltiger Muskeln dagegen sah Hensen mit starken Vergrösserungen, während ihre Erregbarkeit dem Erlöschen nahe war, langsam eintretende Contractionen, die in Form einer bauchigen Erweiterung langsam die Muskelfaser entlang verliefen und an einem Ende angelangt, am andern aufs Neue begannnen.

Dabei beugen sich die Scheiben der anisotropen Substanz, welche gerade erregt werden, convex nach der Stelle hin, die contrahirt ist; zugleich ist die Zwischensubstanz (isotrope nach Krause), die im gedehnten Zustande concav eingezogen ist, im Stadium der Contraction vorgewölbt, was auf folgende Weise zu Stande kommen soll. An den sich contrahirenden Fasern wird dadurch, dass die Scheiben anisotroper Substanz, nach der contrahirten Seite hin convex werden, eine Einziehung des Sarkolemms an den Stellen bedingt, welche jene Scheiben seitlich begrenzen; dadurch baucht sich aber die helle isotrope Substanz hervor und der Rand des Sarkolemms erscheint gekerbt. Dies erlaubt also die Annahme von fester Beschaffenheit der anisotropen Substanz und Adhärenz derselben am Sarkolemm. Hensen hat diesem Zustande den Namen passive Bewegung vor der Contraction beigelegt, während es Krause als Beginn der Contraction bezeichnet und das Zustandekommen dadurch erklärt, dass das Sarkolemm vermöge seiner geringen Dehnbarkeit den relativ schnellen Verkürzungen des Sarkolemminhalts nicht folgen kann.

Krause nun, der demnächst über Muskelcontraction schrieb, sagt, dass während der Contraction die Breite der Muskelkästchen zunimmt, während ihre Dicke im Längsdurchmesser abnimmt; dass die Muskelprismen an Dicke im Querdurchmesser gewinnen, nicht aber an Länge verlieren. Dies Zustandekommen erklärt er dadurch, dass während der Contraction die Muskelstäbchen (Disdiaklasten) der Muskelprismen aus einander weichen und so die Flüssigkeit der isotropen Substanz zwischen sich aufnehmen, die durch zwei aus Mus-

kelstäbchen formirte Scheiben, die sich gegenseitig anziehen, ausgepresst wird. Im Uebrigen nimmt Krause die bauchige Erweiterung, die, gerade wie bei Hensen an einem Ende angekommen, am anderen Ende sofort aufs Neue beginnt und denselben Verlauf wie die vorige nimmt, ohne dass ein besonderer Grund dafür nachweisbar wäre, auch an; doch nur bei langsam sich contrahirenden Fasern. Ebenso sah er diejenigen Scheiben anisotroper Substanz, welche in den erregten Zustand übergingen, sich convex nach der Stelle hin beugen, die contrahirt war, und gerade diese contrahirten Stellen sind es, wo die Querstreifung beträchtlich dichter geworden ist, so zwar, das die isotrope Substanz im Längsdurchmesser der Faser an Dicke abgenommen hat, während beide, sowohl helle als dunkle im queren Durchmesser in gleicher Weise zugenommen haben. Ferner war das Sarkolemm an den sich contrahirenden Stellen mit Querrunzeln versehen, die sich im Profil als Einkerbungen kundgeben, zwischen denen sich der Muskelinhalt hervorbaucht. Dies hört jedoch auf, sobald die Contraction eine vollständige ist. Hieraus folgert auch er, wie schon oben einmal kurz angedeutet wurde, dass die Querlinien (Grundmembranen) der isotropen Substanz fest mit dem Sarkolemm verwachsen sind, während er die convexen Biegungen der sich contrahirenden Stellen nach der contrahirten Seite hin daraus erklärt, dass in den absterbenden Muskelfasern die der Axe der Faser näher gelegenen Elemente länger leistungsfähig bleiben, als die der Peripherie zunächst liegenden. Demnach würde dies eine Leichenerscheinung sein und in sich contrahirenden Muskelfasern nicht statthaben, so lange sie dem Absterben nicht anheimfielen.

Während dann Krause früher annahm, dass die Muskelkästchenflüssigkeit während der Contraction in den von der Aussenseite der Muskelprismen und der Innenfläche des Sarkolemms gebildeten Raum träte, so ist er jetzt der Ansicht, dass die Flüssigkeit der isotropen Substanz zwischen die Muskelstäbchen eindringe, die ein Muskelprisma zusammensetzen und während der Contraction ihre Form in keiner Weise ändern.

Sehr abweichend von der Ansicht Krause's und in vielen Punkten different von derselben ist die Theorie Engelmann's über das Verhalten der Muskelfaser resp. ihrer Bestandtheile während der Contraction. Er leugnet die Behauptung Krause's, wonach die anisotrope Substanz in der Längsrichtung der Faser nicht abnahm, und führt als Gegenbeweis dafür an, dass die Verkürzung eines Faches im frischen Zustande in Maximo 80—90% betrage, dass er ferner Fasern des Fliegendarmes auf etwa ⅕ reducirt gesehen habe. Den Sitz der verkürzenden Kräfte verlegt er ausschliesslich in die doppeltbrechende anisotrope Substanz. Dabei ist nach ihm die Faser bei mässiger Verkürzung bis zu 60% glatt; überschreitet dieselbe indess eine bestimmte Norm oder auch bei absterbenden Fasern, so zeigt das Sarkolemm Einkerbungen auf dem optischen Längsschnitt. Er lässt wie auch Krause diese Einziehungen durch die Anheftung der Querlinien (Grundmembranen) zu Stande kommen; daraus resultirt also nach seiner Annahme, dass die anisotrope Substanz sich stärker verdicke als die isotrope. Dass auch die isotrope Substanz bei der Contraction irgend welche Functionen habe, leugnet er und stellt es deshalb mit ziemlicher Bestimmtheit in Abrede, da sich der Contractionsvorgang vollständig anderweitig erklären lasse. Der Grundmembran schreibt er eine gewisse Elasticität zu, die der Verkürzung im Allgemeinen entgegenwirke.

Aus dem Umstande, dass das Gesammtvolumen eines Muskels, der künstlich, auf fast allen Querschnitten gleichzeitig in fortwährender Contraction erhalten wird, nur äusserst wenig abnimmt, zieht er den nothwendigen Schluss, dass auch das Volumen eines einzelnen Faches bei der Verkürzung nur äusserst wenig, für mikroskopische Wahrnehmung nicht merkbar kleiner werde. Dagegen nimmt das Volumen der isotropen Substanz ab, das der anisotropen während der Contraction zu, während dieselbe Faser, nicht verkürzt, gleich hohe einfach- und doppeltbrechende Schichten zeigte, und zwar ist das Verhältniss ein constantes, so dass, da die Faser an Gesammtvolumen nicht einbüsst, die anisotrope Substanz so viel an Vo-

lumen zunehmen muss, als die isotrope verliert. Engelmann sieht hierfür die Erklärung sehr nahe liegend; er nimmt an, dass während der Contraction Flüssigkeit aus der isotropen Substanz gepresst wird, nicht jedoch so etwa, wie Krause annimmt, dass diese Flüssigkeit zwischen die Mukelstäbchen der Muskelprismen tritt, vielmehr führt er die ganze Erscheinung auf einen Quellungsprocess der feinsten Elemente der anisotropen, resp. Schrumpfungsvorgang in der isotropen Substanz zurück. Nach Aufhören der Contraction treten natürlich die früheren Verhältnisse wieder ein. Eine Hauptcontroverse besteht zwischen Engelmann und Krause betreffs der Veränderungen der optischen Eigenschaften der Muskelfaserelemente während der Contraction. Engelmann nämlich behauptet, dass constant während derselben die isotrope Substanz dunkler, die anisotrope aber mit Ausnahme der Mittelscheibe heller, durchsichtiger werde und zwar wäre dies um so deutlicher, je mehr und je stärker die Contraction eintrete. In einem gewissen Stadium (bei einer Verkürzung von etwa 50%) pflege die mittlere Helligkeit beider gleich zu sein, so dass der Muskelfaserinhalt homogen erscheine; bei noch stärkerer Verkürzung sei sogar die isotrope Substanz absolut dunkler als die anisotrope. Engelmann unterscheidet hiernach drei Stadien, das Anfangs-, das Uebergangs- und das Umkehrungsstadium; er erklärt das Hellerwerden der anisotropen Substanz daraus, dass ihre Elemente durch Zutritt von Flüssigkeit quellen und andererseits das Dunklerwerden der isotropen durch Ausscheidung resp. Gerinnung eines festen Körpers. Gerade auf diesen Punkt legt er ganz besonderes Gewicht; denn eine blosse Schrumpfung durch Wasserverlust hält er nicht hinreichend zur Erklärung, da künstliche Wasserentziehungen durch Alkohol, Glycerin, neutrale Salzlösungen die Verdunkelung entweder gar nicht, oder doch nicht in ausgesprochener Weise herbeiführen. Schliesslich wird nach Engelmann die isotrope Schicht während der Contraction fester, die anisotrope mit Ausnahme der Mittelscheibe weicher.

Aus der Quellung der einzelnen Elemente der anisotropen Substanz zieht Engelmann die Erklärungen und Beweise für

seine Annahme und Schilderungen, weshalb diesem Punkte noch eine kurze Erörterung gewidmet werden mag, zumal auch hierauf gerade die grossen Verschiedenheiten zwischen den Ansichten Krause's und Engelmann's beruhen. Letzterer geht zunächst von der Vorstellung aus, dass die anisotropen Querscheiben aus lauter langcylindrischen oder prismatischen, der Faseraxe parallel gelagerten Elementen oder Molecülen bestehen, die durch im Verhältniss zur Dicke der Molecüle sehr schmale Flüssigkeitslagen von einander getrennt sind, dass ferner diese Molecüle im thätigen Zustande vorübergehend durch Quellung sich der Kugelgestalt zu nähern strebe. Hierdurch erklärt er alle Formveränderungen; das Weicherwerden und die Steigerung der Durchsichtigkeit der anisotropen Querscheiben, die, wenn auch nur äusserst geringe Gesammtvolumabnahme des Muskels bei der Verkürzung zugleich mit Zunahme seiner Dichtigkeit und die hiermit nothwendigerweise verbundene Wärmeentwickelung, ja selbst die bedeutende Grösse der mechanischen Arbeitsleistungen.

Eine nachmalige kurze Zusammenstellung der Hauptthatsachen aus den eben in möglichst grosser Kürze angegebenen Ansichten der drei Beobachter ergiebt Folgendes:

Verkürzung im Längsdurchmesser mit proportionaler Breitenzunahme sowohl der anisotropen wie isotropen Substanz. — Hensen.

Verkürzung im Längsdurchmesser mit Abnahme der Höhe der isotropen und Gleichbleiben der anisotropen Substanz, sowie gleichzeitiger Breitenzunahme und Eintritt der Muskelkästchen-Flüssigkeit zwischen die Muskelstäbchen. — Krause.

. . . mit Eintritt des Plasma's in die Längscylinder. — Engelmann.

Nachdem ich also kurz die drei zur Zeit herrschenden Ansichten geschildert und in wenigen Worten wiedergegeben habe, lasse ich in dem nun folgenden Theile einige Beobachtungen folgen, die ich selbst über Contraction der Muskelfaser im Laufe dieses Sommers angestellt habe, und theile die gewonnenen Resultate mit. Zugleich nehme ich hier Gelegenheit,

Herrn Prof. W. Krause, der die Güte hatte, mich bei meinen Untersuchungen durch Rath und That zu unterstützen, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Bei dem verhältnissmässig ungünstigen Wetter des diesjährigen (1873) Vorsommers standen mir ausser Fliegen nur ziemlich wenig Käfer zur Disposition; ich habe meine Untersuchungen angestellt an Carabus nemoralis, Amara apricaria und Pygaera bucephala, weil bei ihnen die wesentlichen Structurverhltnisse wegen grösserer Breite der Querstreifen leichter zu erkennen sind. Von Amara apricaria standen mir ziemlich viel Exemplare zu Gebote, während von den beiden andern nur an je zwei Thieren Untersuchungen angestellt werden konnten; ausserdem kamen noch sehr viel Fliegen und Schaben zur Beobachtung. Die gefangenen Thiere wurden sofort in toto lebend in Alkohol gethan, wie Engelmann auch bei kleinen Arthropoden und bei grossen nach vorheriger Längsspaltung des Körpers gethan hat, während Hensen vor allen die Ueberosmiumsäure in 0,1% Lösung rühmt und empfiehlt. Engelmann hält eine solche Lösung für zu schwach und macht darauf aufmerksam, dass die so behandelten Fasern nicht schnell genug erstarren, aufquellen und erblassen; hingegen hält er eine ½—2% Lösung der genannten Säure für sehr gut, räth aber, die blossgelegten lebenden Faserbündel nur auf einige Secunden in eine solche Lösung einzutauchen.

Die von mir in Alkohol getödteten Thiere wurden in destillirtem Wasser secirt; dann Muskelfaserbündel in Hämatoxylin gebracht, das je nach seiner Concentration eine mehr hell- oder dunkelblaue Farbe hervorrief; hierin blieben sie etwa 10—15 Minuten liegen, wurden dann nach ihrer Herausnahme in destillirtem Wasser abgeschwenkt, auf etwa 5 Minuten in Alkohol gethan, wieder abgeschwenkt, um dann auf etwa 8—10 Minuten in Nelkenöl getaucht zu werden. Dann wurden die Faserbündel mit einer kalten Nadel zerfasert und in Canadabalsam eingebettet zum Zweck der Durchsichtigmachung des Präparats. Die Untersuchungen wurden bei durchfallenden Lichte gemacht und eine 800malige Vergrösserung angewandt. Da ihre Darstellung am bequemsten ist, so

wurden meist Muskelfasern vom Oberschenkel der betreffenden Thiere untersucht, jedoch auch die Circulärmuskeln am Rectum besonders der grösseren Thiere, die sich auch sehr schön zur Beobachtung eignen. Diese letztern sowohl als die vom Saugmagen der Fliegen rühmt Engelmann besonders und empfiehlt sie vor allen zur Beobachtung von spontanen, periodisch die Faser durchlaufenden Contractionswellen, die in weiter oben geschilderter Weise verlaufen.

Das Resultat, das ich an Fasern, die ich in den verschiedenen Stadien ihrer Thätigkeit durch Alkohol fixirt hatte, gewonnen habe, ist nun folgendes: Die contrahirte Faser verliert an Längsdurchmesser und gewinnt dabei an Querdurchmesser; dabei verliert während der Contraction nur die isotrope Substanz in der Längsrichtung der Muskelfaser, während die anisotrope in derselben Richtung nicht verliert oder nur in so geringem Grade, dass die Differenz für jetzige Messapparate nicht zu bestimmen ist. Um dies zu beweisen, habe ich eine Faser von Carabus nemoralis isolirt (Taf. XI D.) abzeichnen lassen, die in oben angegebener Weise behandelt und bei 800maliger Vergrösserung entworfen ist. Die Faser zeigt sowohl das Stadium der Ruhe, als das des Uebergangs vom ruhenden zum thätigen Zustande und endlich auch das der Contraction in der Längsrichtung. An dem Ende, das dem Zustande der Ruhe entspricht, zeichnet sich besonders die anisotrope Substanz durch die Tiefe ihrer blauen Färbung aus; dabei ist die isotrope Substanz in der Längsrichtung der Faser breiter als die anisotrope; dann kommt in der Mitte das Stadium des Uebergangs; hier ist die Färbung der Faser etwas verwischt und verschwommen und die Faser nimmt im Breitendurchmesser allmählich zu, was dann an dem Ende, das contrahirt erscheint, den höchsten Grad erreicht; hier ist es ferner, wo die isotropen Querbänder evident in der Längsrichtung der Faser schmaler geworden sind im Vergleich zu denen des ruhenden Endes, während die anisotropen Querbänder in dieser Richtung nicht abgenommen haben, sondern nur etwas weniger intensiv gefärbt erscheinen. Dabei ist der Querdurchmesser der Faser beträchtlich vermehrt, dass aber die Faser an diesem verdickten

Ende wirklich contrahirt ist, dafür ist der Umstand Beweis genug, dass die anisotropen Querbänder und denen folgend natürlich auch die isotropen auf dem Querschnitt der Faser nicht als gerade, sondern als gebogene Streifen erscheinen, die mit der Convexität nach dem contrahirten Ende gerichtet sind, wofür ja Krause eine Erklärung dadurch gegeben hat, dass die der Axe näher gelegenen Partien länger leistungsfähig bleiben als die der Peripherie angehörigen. Was dann ferner die Einkerbung des Sarkolemms anlangt, so habe ich diese nicht beobachten können an contrahirten Fasern; vielmehr erschien das Sarkolemm immer als annähernd, d. h. nicht genau mathematisch gerade Linie. Dass eine solche Einkerbung während der Contraction bestehe, war schon von Krause widerlegt, der nachwies, dass sie nur im ersten Beginn der Contraction vorkommt.

Zum Schluss reihe ich noch eine Beobachtung von Hrn. Professor W. Krause an, die derselbe die Güte hatte, mir zur Mittheilung und Beschreibung zu überlassen. Seit noch nicht langer Zeit und erst durch Zuhülfenahme des Mikroskops ist bekannt, dass die Muskeln unter bestimmten Umständen von einer gewissen Degeneration ergriffen werden, die man wegen einer gewissen Aehnlichkeit im Aussehen mit Wachs, das durchscheinend ist, die wachsartige Muskeldegeneration benannt hat. Sie besteht darin, dass einzelne kürzere oder längere Strecken von Muskelspindeln ihre Querstreifung verlieren, homogen werden oder ein körniges Aussehen bekommen. In neuerer Zeit hat sie die Aufmerksamkeit vieler Forscher auf sich gezogen, und die verschiedensten Beobachter haben sich damit beschäftigt, so besonders Zenker, W. Krause, Weber, Waldeyer, Neumann und Hoffmann, welche alle, annähernd übereinstimmend, die Veränderungen geschildert haben.

Der Uebersichtlichkeit wegen schicke ich die dreierlei Veränderungen der Muskelfaser, die bis jetzt unter dem Namen zusammengefasst sind, nach der Beschreibung W. Krause's in seinen „motorischen Endplatten" voraus, um dann jene neueste Beobachtung am Schluss anzureihen.

Krause unterscheidet erstens jenen Zustand, wo durchgeschnittene Enden lebender Muskelspindeln, oder durch Zerrung oder durch Präpariren behufs mikroskopischer Untersuchung gequetschte Stellen der Spindeln, falls sie noch nicht todtenstarr sind, ihre Querstreifung eingebüsst haben. Als charakteristisch führt er an, dass eine Querstreifung durch kein Mittel wieder herbeigeführt werden kann, weder durch Natronlauge, noch verdünnte Essigsäure, so dass auch die Querlinien, die Membranen repräsentiren, zu Grunde gegangen sein müssen. Ebenso soll nach den neuesten Untersuchungen die frische Trichineneinwanderung die sogenannte wachsartige Muskeldegeneration hervorrufen. Hand in Hand mit der Zerstörung der Membranen geht die Verschmelzung der geronnenen isotropen Substanz mit der anisotropen zu einer homogenen Masse.

Eine ähnliche Veränderung der Muskelspindeln pflegt ferner aufzutreten, wenn sie im lebenden Zustande mit Eiweisslösung, verdünnter NaCl-Lösung längere Zeit behandelt werden. Jedoch hebt Krause als besonderen Unterschied hierbei hervor, dass nach Zusatz von Säuren und Alkalien an denselben Muskelspindeln die Querlinien wieder zum Vorschein kommen, dass hier also keine eigentliche Zerstörung sondern nur ein optischer Effect vorliegt der dadurch hervorgebracht wird, dass die betreffenden indifferenten Lösungen denselben Brechungsindex wie die starkbrechenden Partien des Sarkolemminhalts, also wie die anisotrope Substanz und die Querlinien haben.

Eine dritte Form, die eigentliche wachsartige Degeneration, pflegt häufig im Typhus aufzutreten und ist hier die Ursache der grossen Muskelschwäche der Kranken, die vorzugsweise die mm. adductores femoris zu ergreifen pflegt. Diese Form der Degeneration beruht nach Krause in dem Auftreten von glänzenden Scheiben, die so lang sind wie die Zwischenräume zwischen zwei Querlinien, resp. den ihnen entsprechenden Grundmembranen. Diese Scheiben sind der optische Ausdruck eines Gerinnungsprocesses, der die Masse so spröde und brüchig macht, dass sie durch Muskelcontractionen im Leben

leicht in Unordnung geräth, wobei die Membranen natürlich zerrissen sein müssen.

Die Beobachtung von Krause ist nun folgende:

Wurden einem lebenden gesunden Thiere Injectionen von Chloroform in einer Arteria femoralis gemacht, so traten nach nicht gar langer Zeit die charakteristischen Zeichen jener Muskeldegeneration ein, nämlich Starrheit und Schwäche. Untersuchte er dann Muskelspindeln von dem Beine des getödteten Thieres, die erst mit wässeriger Anilingrün-, dann mit ammoniakalischer Carmin-Lösung behandelt waren, dann in Alkohol gelegen hatten und schliesslich mit Nelkenöl und Canadabalsam präparirt waren, so fanden sich im Verlauf der ganzen Spindel unregelmässig vertheilte Stellen, die die charakteristischen Zeichen der wachsartigen Degeneration trugen und, was gerade so eigenthümlich ist, grün gefärbt waren, während die andern eine blassrothe Farbe zeigten.

Erklärung der Tafel XI D.

Muskelfaser von Carabus nemoralis. V. 800. Methode C. S. 281.

a) Nicht contrahirte Muskelfaser. Anisotrope Substanz sehr intensiv gefärbt; (in der Abbildung einfach schwarz); isotrope Substanz sehr breit in der Längsrichtung der Faser.

b) Uebergangsstadium; die Faser nimmt im Breitendurchmesser zu; Färbung etwas verwischt.

c) Contrahirte Faser; Breitendurchmesser bedeutend vermehrt; anisotrope Substanz gleich; isotrope Substanz hat im Längsdurchmesser bedeutend abgenommen. Convexität der anisotropen Substanz nach der contrahirten Stelle hingerichtet.

Ueber Emulsionen; ihre Entstehung und ihr Werth für die Resorption der neutralen Fette im Dünndarm.

Von

Dr. J. Steiner,

Assistenten am physiologischen Institut der Universität Halle a/S.

Hr. Professor E. du Bois-Reymond pflegt in seinen Vorlesungen die Frage aufzuwerfen, durch welches mechanische Mittel wohl die Emulgirung der Fette im Dünndarm geschehe. Man habe zwar die emulgirende Beschaffenheit des Pankreassaftes und der Galle erkannt, allein es habe sich in die Darstellung dieser Vorgänge in der Physiologie der Irrthum eingeschlichen, als genüge es, damit eine Emulsion zu Stande komme, dass ein Fett und eine emulgirende Flüssigkeit vorhanden seien. Man könne ein Fett und eine emulgirende Flüssigkeit noch so lange miteinander in Berührung lassen, nie würde letztere sich in das Fett eindrängen und es zu immer feineren Tropfen vertheilen. Dazu gehöre noch, in unseren Officinen, das Pistill, welches das Fett auf dem Boden der Reibschale in verschiedene Portionen, kleine und kleinere, und endlich kleinste Tropfen zerreisse. Die emulgirende Flüssigkeit thue nichts, als dass sie vermöge ihrer colloïden Beschaffenheit die einmal von einander getrennten Fettmassen wieder zusammenzufliessen verhindert. Wo nun sei in dem

Darm das Aequivalent für Pistill und Reibschale? Jeder, der einmal in der Reibschale oder durch Schütteln in einer Flasche eine Emulsion gemacht habe, wisse sehr wohl, wie viel Kraft dazu gehöre, um Fett in feinste Vertheilung zu bringen, und es ist schwer, sich zu denken, dass die schwachen peristaltischen Bewegungen des Dünndarmes im Stande sein sollten, das Gleiche zu leisten. Sehr gern nahm ich im vorigen Sommer diese Frage in Angriff, da Hr. Prof. du Bois-Reymond die ausserordentliche Güte hatte, die hierfür nöthigen Apparate mir zur Verfügung zu stellen.

I.

Während der Dünndarm die Emulgirung seiner Fette bekanntlich zunächst mit Hülfe der Galle bewerkstelligt, pflegen die Pharmaceuten ihre Emulsionen mit einer vorgeschriebenen Lösung von Gummi arabicum — beiläufig einer etwa 5% Lösung — zu bereiten. Werden zwei Oelemulsionen bereitet, so wird ihr Zustandekommen bei gleicher Arbeitszeit abhängen einmal von der angewandten mechanischen Kraft resp. der Bewegung, die den Flüssigkeiten gegeben wird, andererseits von dem Menstruum, mit welchem das Oel emulgirt wird. Man pflegt nun vielfach zu hören, dass die Galle ein Emulgens von ganz besonderer Güte, gewissermaassen ein Emulgens sui generis wäre; es musste deshalb von vornherein darauf Bedacht genommen werden, ob nicht die Galle ein um so viel besseres Menstruum, als Gummi arabicum wäre, dass dadurch die Ersparniss an mechanischer Arbeit bei ersterer im Gegensatz zu letzterem aufgewogen werden könnte. Um dies zu entscheiden, werden zwei vergleichende Versuche mit diesen beiden Menstruen gemacht und zwar 1) eine Emulsion mit Hülfe einer 10% Lösung von glykocholsaurem Natron und 2) mit einer 10% Lösung von Gummi arabicum.

So werden 36 Cc. Olivenöl mit 18 Cc. einer 10% Lösung von glykocholsaurem Natron in einer Flasche von 145 Mm. Höhe und 45 Mm. Durchmesser mit der Hand geschüttelt. Nach 5 Minuten langem Schütteln sieht man unter dem Mikroskop Tropfen von Thalergrösse bis etwa zu der Grösse des

Kernes einer weissen Blutzelle; nach weiteren 5 Minuten fangen die Tropfen wieder an, zusammenzufliessen und zwar mit ziemlich grosser Geschwindigkeit; hierbei ist zu beobachten, dass mit Vorliebe gleich grosse Tropfen confluiren: zwischen zwei gleich grossen Tropfen liegende grössere oder kleinere Tropfen werden offenbar umgangen. Nach weiteren 10 Minuten des Schüttelns (während ich am Mikroskop beobachte, wird von einer zweiten Person geschüttelt) hat die Zahl der kleinen Tropfen noch zugenommen und sind sie selbst noch kleiner geworden, confluiren auch nicht sobald wieder. Nach 2stündigem Schütteln hat die ganze Flüssigkeit eine fast weisse Farbe und ist unter dem Mikroskop als eine recht gute Emulsion zu bezeichnen: die grössten Tropfen haben die Grösse einer Blutzelle, im Uebrigen sind sie punktförmig. Die Emulsion bleibt vorläufig stehen: innerhalb einiger Stunden haben sich die Flüssigkeiten noch gar nicht getrennt.

Ferner werden 36 Cc. Olivenöl mit 18 Cc. einer 10% Lösung von Gummi arabicum emulgirt. Nach 5 Minuten Schütteln findet man unter dem Mikroskope Tropfen von derselben Grösse, wie bei der gleichzeitig entstandenen Gallenemulsion, nur ist hier die Zahl der kleineren Tropfen weniger zahlreich. Sie fangen auch nach einigen Minuten an zusammenzufliessen, indess mit viel geringerer Geschwindigkeit: es ist sehr deutlich zu erkennen, dass das Confluiren dieser Tropfen ungleich langsamer vor sich geht, als der Tropfen aus der Gallenemulsion. Dieser auffallende Unterschied ist sehr bemerkenswerth. Nach 2stündigem Schütteln hat die Emulsion eine Farbe, die viel weniger Weiss enthält, da in ihr viele gelbe Stellen bemerkt werden, als die erste Emulsion; sie kann mit gelblichweiss bezeichnet werden. Unter dem Mikroskop ist kein bemerkenswerther Unterschied wahrzunehmen. Diese Emulsion bleibt ebenfalls stehen. Schon nach einigen Stunden hat sich in dieser Emulsion eine 2 Mm. hohe Schicht von Gummi-arabicum-Lösung unten auf dem Boden gesammelt. Beide Emulsionen bleiben stehen: nach einigen Tagen hat sich in der Emulsion mit Galle ein grosser Theil der beiden Flüssigkeiten von einander getrennt; die andere Emulsion hat immer nur

2 Mm. Gummilösung auf dem Boden; im Uebrigen in derselben keine Veränderung. Beide Emulsionen blieben zufällig noch durch Monate stehen: während in der Gallenemulsion sich schliesslich beide Flüssigkeiten von einander getrennt hatten, blieb die Gummiemulsion in der zuerst beschriebenen Zusammensetzung. Macht man, wie es sonst wohl geschieht, aus der Zeit, die eine Emulsion braucht, um sich wieder abzusetzen, einen Schluss auf die Güte der Emulsion und weiterhin auf die Fähigkeit des Menstruums, zu emulgiren, so würde man danach annehmen müssen, dass das Gummi ein besseres Menstruum als die 10% Lösung von glykocholsaurem Natron sei. Indess ist diese Art, die emulgirende Fähigkeit eines Menstruums zu bestimmen, nur bedingungsweise richtig, wie sich noch später herausstellen wird. Offenbar giebt die Farbe der Emulsion die Güte derselben an, d. h. je weisser dieselbe ist, um so feiner ist das Oel in ihr vertheilt, denn um so mehr Licht wird in diesem Falle reflectirt werden. Leider ist unser Farbensinn in der Regel nicht so ausgebildet, um feinere Differenzen zwischen 2 weisslichen Flüssigkeiten unterscheiden zu können. In den vorliegenden beiden Versuchen ist indess der Farbenunterschied der Art, dass man aus demselben auf die feinere Vertheilung in der glykocholsauren Natronlösung durchaus schliessen kann.

Wie ist aber die längere Conservirung der Gummiemulsion zu erklären? Sowohl zur Aufklärung dieses Verhältnisses, als in der Hoffnung, die Galle in ihrer Eigenschaft als gutes Menstruum für Emulsionen in eine natürliche Reihe anderer Flüssigkeiten einreihen zu können, musste eine Untersuchung über Emulsionen im Allgemeinen angestellt und Gesetze für dieselben abstrahirt werden.

Eine derartige Untersuchung kann sich offenbar auf zwei Fragen richten und zwar kann erörtert werden 1) welches sind die Gründe und Gesetze für die Bildung der Tropfen und 2) nach welchen Gesetzen bilden sich Emulsionen? Wir haben es hier nur mit der Erörterung der zweiten Frage zu thun und wenden uns zunächst zur Bestimmung gewisser physikalischer Eigenschaften einer Reihe von Flüssigkeiten. Es wären hier

zu betrachten 1) das specifische Gewicht, 2) die innere Reibung oder Zähigkeit in Flüssigkeiten und 3) die äussere Reibung zwischen zwei Flüssigkeiten.

„Wir bezeichnen mit dem Namen Zähigkeit“, sagt Hagenbach,[1] „die Kraft, die nöthig ist, um eine Flüssigkeitsschicht von der Dicke eines Moleküls und der Einheit der Oberfläche in einer Sekunde mit gleichförmiger Geschwindigkeit um die Entfernung zweier Moleküle an einer zweiten Schicht vorbeizuschieben.

Diese Zähigkeit beträgt für Wasser von 10° C. und bei dem Quadratmeter als Flächeninhalt 0·13351 Gramm.

Die Zähigkeit nimmt sehr bedeutend mit der Temperatur ab.

Die Reibung zwischen zwei Flüssigkeitsschichten ist

a) unabhängig vom Druck;

b) proportional der Grösse der reibenden Oberfläche;

c) proportional der relativen Geschwindigkeit beider Schichten u. s. w.“

Demnach haben die Physiker die innere Reibung und die Zähigkeit der Flüssigkeiten identificirt, eine Auffassung, der wir zunächst folgen wollen.

Bestimmungen über innere Reibung sind nach zwei ganz verschiedenen Methoden gemacht worden und zwar von G. Hagen,[2] Poiseuille[3] und E. Hagenbach[4] aus der Geschwindigkeit des Ausfliessens von Flüssigkeiten aus capillaren Röhren und von Coulomb,[5] O. E. Meyer[6] und Plateau[7] nach einer anderen Methode, auf die bald näher eingegangen werden soll.

---

[1]) Ed. Hagenbach. Ueber Zähigkeit, Poggendorff's Annalen. Bd. 109. S. 425.

[2]) G. Hagen, Ausfluss aus capillaren Röhren. Poggendorff's Annalen Bd. 122. S. 423. 1839.

[3]) Poiseuille. Ebenda Bd. 58. S. 424. 1843.

[4]) E. Hagenbach, a. a. O.

[5]) Coulomb; Mémoires de l'institut national. Bd. 3, S. 246.

[6]) O. E. Meyer, Poggendorff's Annalen 1861. Bd. 113, S. 55, 193 u. 383.

[7]) J. Plateau, Fortschritte der Physik. Bd. XXIV. S. 150.

Nach der Coulomb'schen Methode wird die innere Reibung einer Flüssigkeit, d. h. die Reibung, welche die verschiedenen Schichten derselben aufeinander ausüben, durch die Abnahme der Schwingungen gemessen, welche eine in der Flüssigkeit selbst horizontal aufgehängte Scheibe, die von derselben benetzt wird, in ihrer eigenen Ebene um ihren Mittelpunkt ausführt. Dieselbe Methode lässt sich zur Beobachtung derjenigen Reibung benutzen, welche zwei sich berührende Flüssigkeiten an ihrer Grenze auf einander ausüben, eine Reibung, welche man als äussere bezeichnen kann. Man beobachtet die Zeit einer Schwingung und bestimmt das Verhältniss, in welchem zwei auf einander folgende Amplituden stehen. Ebenso O. E. Meyer. Beide Methoden sind gleich genau und geben absolute Maasse; indess musste die erste Methode ausser mancherlei anderen technischen Gründen von vornherein für den vorliegenden Zweck als unzureichend zurückgewiesen werden, weil sie die Bestimmung der äusseren Reibung, die hier sehr wesentlich ist, nicht gestattet. Mit Hülfe der zweiten Methode können nach einander beide Bestimmungen gemacht werden.

Der Apparat von Meyer ist ebenso genau als complicirt und kostbar. Die Vorrichtung von Plateau gestattet völlige Genauigkeit, ist sehr einfach und unschwer zu handhaben, weshalb ich letztere vorzog.

Plateau nämlich ersetzte diese ganze Vorrichtung durch den Magnetismus: eine auf einer verticalen Spitze ruhende Magnetnadel taucht in die zu untersuchende Flüssigkeit, welche sich in einem runden Glasgefäss mit planem Boden befindet. Für Magnetnadel und Glasgefäss werden bestimmte Maasse angegeben. An der Aussenseite dieses Glasgefässes befindet sich eine Millimetertheilung von 0 bis 90°, deren Nullpunkt dem Nordpol der Magnetnadel, die sich im magnetischen Meridian befindet, entspricht. Mit einem Stabmagneten wird von aussen her die Magnetnadel um 90° aus dem magnetischen Meridian entfernt und nach dem Takte eines Metronoms die Zeit bestimmt, welche die Nadel braucht, um den Kreisbogen von 85° zurückzulegen und Plateau nennt die Eigenschaft der Flüssig-

keit, der Nadel einen gewissen Widerstand entgegenzusetzen, die viscosité intérieure, im Gegensatz zu der viscosité superficielle, welche er bestimmt durch die Zeit, welche die Nadel braucht, um, auf der Oberfläche der Flüssigkeit schwimmend auf ihrer einen Seite von derselben unbenetzt, aus dem Nullpunkt abgelenkt, in denselben wieder zurückzukehren. So findet Plateau folgende Werthe:

In Luft unter alleinigem Einfluss des Erdmagnetismus 1·7 Minuten

	Innen	Aussen	Temp.
Wasser	2·37″	45·9″	18·5° C
Kohlens. Natr. conc.	4·59″	8·04″	17·0°
Kalisalpeter conc. .	2·38″	4·41″	19·0°
Olivenöl	79·54″	30·30″	15·0°
Albumin	9·77″	∞	16·0°

Dieser Vorrichtung von Plateau folgte ich bis auf die Maasse, die ich kleiner nehmen musste, da ich unter anderen sehr kostbare Flüssigkeiten zu untersuchen hatte, die in grösserer Menge gar nicht zu beschaffen waren; diese Aenderung kann das Resultat nicht beeinträchtigen. Ausserdem wurden statt der Millimeterscala 2 Marken an der Wand des Gefässes angebracht, entsprechend dem Nullpunkt und der Abweichung um 90°, bestehend in 2 dunkelfarbigen Strichen in der Wandung des Glasgefässes. Ich liess die rückkehrende Nadel vorläufig den ganzen Weg von 90—0 zurücklegen; die Zeit welche die Nadel brauchte, um den Bogen des Winkels von 90′ zurückzulegen, wurde nach dem Takte eines Metronom's bestimmt, dass so eingestellt war, dass es in der Minute 160 Schläge machte. Die nachfolgende Tabelle giebt die Resultate dieser Untersuchung und ist an sich verständlich; es ist nur hinzuzufügen, dass die Uebertragung der Metronomschläge in Zeit unterlassen worden ist, weil die Resultate durch die blossen Zahlen leichter zu übersehen sind; sie entsprechen übrigens denen von Plateau.

I. Tabelle.

Name u. Concentration der Flüssigkeit.	spec. Gewicht.	Innere Reibung.	Temperatur in C°.	Bemerkungen.
Wasser, destill.	1000	7	14·4	
Rindergalle, frisch.	1026	20	17·5	
Rindergalle, entfärbt 3 Mal durch Kohle filtrirt.	1027	12	15·0	
Natr. glycochol. 10%	1026	9	16·2	
„ „ 5%	1013	9	16·2	
„ „ 2%	1005	8	15·6	
„ „ 1%	1003	8	15·6	
Natr. sulph. 10%	1046	8	15·0	
„ „ 5%	1020	8	15·0	
„ „ 2%	1008	8	15·0	
„ „ 1%	1005	8	17·5	
Kochsalz . . 40%	1220	12	17·3	ist concentrirt und frisch bereitet.
„ 30%	1180	11	16·7	
„ 20%	1135	10	16·5	
„ 10%	1070	8	14·3	
„ 5%	1035	8	14·3	
„ 2%	1015	8	14·3	
„ 1%	1007	8	16·8	
Natr. carbon. 10%	1090	8	15·6	
„ „ 5%	1043	8	18·1	
„ „ 2%	1020	8	18·1	
„ „ 1%	1012	8	18·1	
Natr. phosph. 10%	1040	8	17·5	
Kali nitric. 10%	1032	8	18·1	
Zinc. sulph. conc.	1090	10	15·6	
Hydr. nitr. conc.	1140	8	15·6	
Chloroform . . .	1410	7—8	15·6	
Bary. nitr. conc.	1055	8	16·5	
Gummi arab. 10%	1035	22	16·5	
„ „ 8%	1031	18	16·0	
„ „ 5%	1020	14	15·0	
„ „ 2%	1009	10	13·2	
„ „ 1%	1005	8	14·5	
Sap. med. . 10%	1007	105	25·0	
„ „ 5%	1006	15	15·8	
Glycerin.	1225	432	15·0	
Olivenöl. . . .	915	328—336	16·2	
Molybdäns. Ammon. conc.	1006	8	15·0	
Alkohol. . . .	800	7	15·6	

Es erschien interessant, zu untersuchen, ob die innere Reibung in derselben Weise, wie bekanntlich das spec. Gewicht, u. s. w. der Temperatur entsprechende Veränderungen erfährt. Dazu mussten vorzüglich solche Flüssigkeiten ausgewählt werden, deren innere Reibung in den verschiedenen Concentrationen der Flüssigkeit wesentlich von einander differirten. Hierfür am geeignetsten erschien das Gummi arabicum. Es kann im Voraus bemerkt werden, dass auch die innere Reibung dem allgemeinen Gesetze folgend mit steigender Temperatur abnimmt, wie die folgende Tabelle zeigt.

II. Tabelle.

Name u. Conc. der Flüssigkeit.	spec. Gewicht.	Innere Reibung.	Temp.	Bemerkungen.
Gum. arab. 10%	1030	17	40·0	Diese Bestimmungen, welche alle bei einer Temperatur von etwa 40°C. gemacht sind, sind zu vergleichen mit den Bestimmungen der inneren Reibung des Gummi arabicums in der vorigen Tabelle, welche bei einer Temperatur von 14—16° C. gemacht sind.
„ „ 8%	1028	14	40·0	
„ „ 5%	1016	10	40·0	
„ „ 2%	1005	8	40·0	
„ „ 1%	1003	7—8	40·0	

Als weiterhin zur Bestimmung der äuseren Reibung dieser Flüssigkeiten gegen Olivenöl übergegangen werden sollte, erwies sich diese Anordnung als nicht zureichend. Plateau, der diese Bestimmung gar nicht beabsichtigt hatte, erwähnt hierüber auch nichts, während O. E. Meyer, der einige gleiche Bestimmungen ausführte, angiebt, dass es genüge, einfach eine Schicht von Oel auf die untere Flüssigkeit aufzuschichten: die in der unteren Flüssigkeit schwingende Scheibe hat zunächst den Widerstand der sie umgebenden ersten Flüssigkeitsschicht zu überwinden; jede folgende Schicht bietet ihr einen zu ihrer Entfernung von derselben entsprechenden Widerstand, so dass dieselbe die Summe von Widerständen zu

überwinden hat, die ihr die Summe der Flüssigkeitsschichten bietet, welche bis zu dem Flüssigkeitsspiegel über ihr liegen. Wird auf diesen Flüssigkeitsspiegel nun irgend eine andere Flüssigkeit aufgeschichtet, so nimmt auch diese an der Erzeugung von Widerstand Theil, wodurch die äussere Reibung zwischen diesen beiden Flüssigkeiten zu messen ist. Von vornherein ist ersichtlich, dass die Höhe der Flüssigkeitsschicht über der in ihr schwingenden Scheibe eine gewisse Grenze nicht überschreiten darf, da in einer bestimmten Entfernung der Einfluss auf die schwingenden Scheibe aufhören wird. Meyer giebt keine solche Grenze an und mag sein ausserordentlich feiner Apparat die Grenzen. innerhalb deren man sich bei diesen Versuchen bewegt, nicht überschritten haben. Als ich mit meiner Anordnung den Versuch anstellte, zeigte sich ein gleiches Resultat, ob die Nadel in einer Flüssigkeit ihre Schwingungen ausführte, oder ob auf der unteren Schicht noch eine obere Oelschicht ruhte. Es war demnach deutlich, dass stets nur die innere Reibung der Flüssigkeit gemessen wurde, in der die Nadel sich befand. Sollte mit meiner Vorrichtung die äussere Reibung gemessen werden können, so musste die Nadel genau zwischen beiden Flüssigkeiten schwimmen. Dies war indess mit meiner kleinen und ausserordentlich dünnen Nadel nicht zu erreichen; ich ging jetzt auf die Maasse von Plateau zurück und arbeitete mit einer rautenförmigen Nadel von 100 Mm. Länge und 8 Mm. Breite in der Mitte; die Dicke betrug höchstens 1 Mm.; das Gefäss war ebenfalls entsprechend gross [1]). Nach zahlreichen vergeblichen Versuchen, fand ich endlich die geeigneteste Art den gewünschten Zweck zu erreichen in folgendem Verfahren: Das Gefäss wird mit der entsprechenden Flüssigkeit so hoch gefüllt, dass die Nadel vollkommen in derselben schwimmt, und in gewöhnlicher Weise die innere Reibung bestimmt. Hierauf wird mit einer Pipette soviel Flüssigkeit abgehoben, dass eben die obere

1) Ebenso liess ich jetzt nach dem Vorgange von Plateau die Nadel um 85° schwingen, da ich beobachten konnte, dass gerade in den letzten Graden die Nadel eine unverhältnismässige Verzögerung, besonders in den Flüssigkeiten von grösserer innerer Reibung, zu erfahren pflegte.

Fläche der Nadel frei wird. Einzelne der Oberfläche anhaftende Tropfen werden durch Fliesspapier entfernt[1]). Mit einer zweiten Pipette lässt man jetzt Oel an der Wand des Gefässes so lange herabfliessen, bis die ganze Oberfläche der Flüssigkeit sich mit Oel bedeckt. Während dieser Procedur verschiebt sich die Nadel in unbestimmter Richtung, stellt sich aber bald, wenn Alles fertig ist, in die Nulllage ein. Die folgenden Tabellen geben die Resultate der Untersuchung.[2])

III. Tab.: Verschiedenes spec. Gew., gleiche innere Reibung.

Name u. Conc. der Flüssigkeit.	spec. Gewicht.	Innere Reibung.	Äussere Reib. gegen Luft.	Äussere Reib. gegen Olivenöl.	Temperatur der Flüssigkeit.	Temperatur des Oeles.
Kochsalz. . . 10%	1070	6	8	46	14·5	15·0
Natr. sulph. . 10%	1046	6	8	48	14·6	15·0
Kalialaun conc.	1044	6	8	44	13·8	14·5
Kochsalz . . 5%	1035	6	8	42	14·5	15·0
Kali nitr. . . 10%	1032	6	8	44	13·4	14·5
Natr. sulph. . 5%	1020	6	8	42	15·8	17·0
Kochsalz . . 2%	1015	6	8	44	15·0	15·0
Natr. sulph. . 2%	1008	6	7	40	15·3	15·8
Kochsalz. . . 1%	1007	6	7	42	15·4	15·0
Natr. sulph. . 1%	1005	6	7	40	15·5	15·8
Natr. glycochol. 2%	1005	6	7	42	15·6	15·0
Natr. glycochol. 1%	1003	6	7	40	15·6	16·0
Wasser destill.	1000	6	7	40	15·4	15·0

Bemerkung. Die kleinen Differenzen von 2—6 liegen innerhalb der Fehlerquellen.

1) Hier angekommen habe ich auch die Versuche Plateau's über die Reibung zwischen Flüssigkeit und Luft, seine viscosité superficielle, wiederholt, und finden sich die Resultate in der Tabelle, sie stimmen mit denen des berühmten Physikers überein.

2) In den Tabellen finden sich die Flüssigkeiten in bestimmter Ordnung aufgeführt, ein Verfahren, dessen Werth sich weiter unten herausstellen wird. Ausserdem fehlen einige schon früher untersuchte, durchaus wichtige Flüssigkeiten z. B. kohlensaures Natron und besonders die Seifen. Das hat darin seinen Grund, dass die Bestimmung ihrer äusseren Reibung gegen Oel deshalb unmöglich ist, weil beide mit Oel in Berührung gebracht Seifen erzeugen. Aus demselben Grunde wird man weiterhin Emulsionsversuche mit eigens dazu präparirten Seifen, deren Wichtigkeit auf der Hand liegt, vermissen; es finden sich Emulsionsversuche mit Seifen, die sich erst unter dem Einfluss der durch die Bewegung erzeugten Wärme bilden.

IV. Tabelle: Verschiedene innere Reibung, gleiches spec. Gewicht.

Name u. Conc. der Flüssigkeit.	spec. Gewicht.	Innere Reibung.	Äussere Reib. gegen Luft.	Äussere Reib. gegen Olivenöl.	Temperatur der Flüssigkeit.	Temperatur des Oeles.
{Kochsalz . . 5%	1035	6	8	42	15·9	15·0
Gummi arab. . 10%	1034	24	14	84	15·4	15·2
Kali nitr. . . 10%	1032	6	8	42	15·2	14·5
Gummi arab. 8%	1028	12	18	72	15·0	15·2
{*Natr. glycochol. 10%	1026	7	9	46		
Gum. arab. . 6%	1024	10	14	62	15·1	15·0
Natr. sulph. . 5%	1020	6	8	42	15·8	17·0
{Natr. sulph. . 2%	1008	6	7	40	15·3	15·8
Gum. arab. . 2%	1008	7	9	46	15·5	16·0
Oleum olivar.	915	146	72			15·0

* Bemerkung. Die Zahlen für diese Substanz sind nicht herausexperimentirt, sondern ausgerechnet, weil dieselbe so kostbar ist, dass mir nicht soviel zu Gebote stand, um das grosse Gefäss füllen zu können.

V. Tabelle.

Name u. Conc. der Flüssigkeit.	spec. Gewicht.	Innere Reibung.	Äussere Reib. gegen Luft.	Äussere Reib gegen Olivenöl.	Temperatur der Flüssigkeit.	Temperatur des Oeles.
Essigs. Natron 10%	1030	8	9	46	15·0	15·5
„ „ 6%	1020	7	8	44	14·5	15·0
„ „ 2%	1009	6—7	8	42	14·5	14·5
Weinsteins. Natr. 10%	1057	7	8	44	14 0	16·0
„ „ 2%	1014	6	7	42	14·0	15·0
„ „ 1%	1007	6	7	40	14·0	14 5
Milchs. Natr. 10%	1035	7	8	44	14 5	15·0
„ „ 2%	1009	6	7	42	14·0	14·5
„ „ 1%	1005	6	7	42	15·0	15·0
Rohrzucker 10%	1040	8	9	46	14·5	15·5
„ 2%	1010	6	7	42	14·5	14·5
*Hühnereiweiss 10%	1014	7	8	44	18·0	17·0*
„ 2%	1005	6	7	42	14·5	14·5*
Traubenzucker 10%	1034	7	8	42	22 2	22·8

Pankreatischen Saft habe ich leider in irgend wie genügender Menge nicht bekommen können.

* Bemerkung. Dies wurde gewonnen durch entsprechende Verdünnung des Hühnereiweisses und nachherige Filtrirung, um die unlöslichen Reste zu entfernen.

Nachdem wir so die innere und äussere Reibung einer Reihe von Flüssigkeiten, die zum Theil als Menstrua für Emulsionen dienen sollen, kennen gelernt haben, gehen wir dazu über, uns eine nähere Vorstellung über das Entstehen einer solchen zu bilden. Dazu gehen wir am besten von dem Entstehen einer einfachen Salzlösung aus: Wie in dieser die einzelnen Salztheilchen entgegen ihrem specifischen Gewicht in die Höhe steigen und vermöge ihrer grösseren Adhäsion zu den Wassertheilchen als ihrer Cohäsion unter einander im Lösungswasser sich regelmässig vertheilen, so müssen in einer Emulsion die Oeltropfen entgegen ihrer Abstossung (wenn man so sagen darf) zu dem Menstruum in demselben möglichst regelmässig vertheilt werden. Sowohl dies, als das Zerkleinern resp. das Zerschlagen des Oeles in kleinere Tropfen geschieht einmal durch die mechanische Kraft (die Bewegung, die der Flüssigkeit ertheilt werden muss, um sie zu emulgiren) andererseits durch das dem Menstruum eigne specifische Gewicht. Beeinträchtigt wird die Bewegung, die Trennung der Flüssigkeitsschichten durch die innere Reibung der Flüssigkeiten selbst und durch ihre äussere Reibung gegen einander. Demnach ist eine Emulsion darzustellen als eine Function 1) der mechanischen Kraft, 2) des specifischen Gewichtes, 3) der inneren und äusseren Reibung und 4) des Massenverhältnisses, in dem Oel und Menstruum zu einander stehen. Demnach würde sich folgende Form ergeben:

$$E_1 = F\left(\frac{K,\ T,\ S,\ M}{R_1,\ R_2,\ R_3}\right)$$ [1])

wenn E_1 die emulsionbereitende Fähigkeit, K, Kraft, S spec. Gewicht des Menstruums, M Mengenverhältniss zwischen Oel und Menstruum, R_1 die innere Reibung des Oeles, R_2 die des Menstruums, R_3 die äussere Reibung zwischen beiden bedeutet und T die Zeit, während welcher die Flüssigkeiten in Bewegung erhalten werden. Was M betrifft, so ist es klar, dass der Quotient dieses

1) F bedeutet das Functionsverhältniss; der Divisionstrich das Verhältniss der umgekehrten Proportionalität; von einer strengeren mathematischen Form dieser Formel ist natürlich nicht die Rede.

Verhältnisses von einem echten Bruch zu einem unechten aufsteigen kann, dass das Verhältniss für die Emulsion um so günstiger sein wird, je mehr der Quotient ein unechter Bruch ist.

Indess wir würden mit dieser Formel noch nicht auskommen, nicht einmal jene zuerst angestellte Emulsion erklären können, sondern wir müssen dieser Formel noch eine zweite hinzufügen. Sobald nämlich die bewegende Kraft zu wirken aufgehört hat, fangen die Oeltropfen bekanntlich wieder an zusammenzufliessen, und bildet dann die Emulsion, selbst die beste, die Milch, wie E. Brücke[1]) gezeigt hat, mehrere Schichten von verschiedener Zusammensetzung über einander. Die Fähigkeit irgend eines Menstruums, die Emulsion zu conserviren, ist aber durchaus nicht identisch mit der Fähigkeit desselben, eine Emulsion zu bereiten. Wir werden deshalb bei jeder Emulsion zwei Phasen unterscheiden müssen, nämlich die emulsionbereitende Fähigkeit E_1, für welche obige Formel gilt und die emulsionsconservirende Fähigkeit E_2, für welche ist

$$E_2 = F\left(\frac{M, R_1, R_2, R_3}{S-s}\right)$$

wenn s das spec. Gewicht des Oeles bedeutet.

An der Hand der bisherigen Erfahrungen und Ueberlegungen sollte jetzt der Versuch die Richtigkeit der Schlüsse bestätigen oder negiren, oder zeigen, ob nicht noch andere Factoren mitwirken, die bisher nicht in Rechnung gezogen worden sind; es sollten demnach mit einer Anzahl der oben angeführten Flüssigkeiten als Menstruum Emulsionen gebildet werden. Zwei Punkte erschweren von vornherein diese Versuchsreihe: einmal die Schwierigkeit täglich auch nur zwei Stunden lang ein Gefäss mit Inhalt schütteln zu müssen, und andererseits diese Bewegung mit vollständiger Gleichmässigkeit, also mit gleicher Geschwindigkeit und Intensität auszuführen. Ich kann es Hrn. Prof. du Bois-Reymond nicht genug Dank wissen, der mit ausserordentlicher Liberalität nach eigner

---

1) E. Brücke, Bemerkungen über die Bestimmung des specifischen Gewichtes der Milch. Dies Archiv 1847. S. 409.

Zeichnung eine Vorrichtung anfertigen liess, welche durch eine dem Institute gehörige sogenannte Luftmaschine [1]) von ⅛ Pferdekraft getrieben, allen Anforderungen vollständig entsprach.

Diese „Schüttelvorrichtung" bestand einfach in einem cylindrischen Gefässe von beiläufig 112 Mm. Höhe und 34 Mm. Durchmesser, in welches die miteinander zu emulgirenden Flüssigkeiten gegeben wurden, und welches mit einer aufgeschliffenen Glasplatte verschlossen, in einen Rahmen gespannt, bei wagerechter Lage der Cylinderaxe wagerecht hin und her bewegt wurde. Zu diesem Zweck liegt der Rahmen zwischen Rollen mit möglichst kleiner Reibung. Eine an ihn eingelenkte Blaüelstange wurde durch eine Kurbel an einem Wirtel hin und herbewegt, der durch einen Schnurlauf mit einem Wirtel am Schwungrade der Maschine in Verbindung stand. Der Cylinder wurde etwa fünfmal in der Secunde hin und her bewegt.

Die Bestimmung der Qualität der Emulsion zu machen aus der Zeit, welche die beiden Flüssigkeiten brauchen um sich wieder zu trennen, kann nach unseren bisherigen Auseinandersetzungen nur theilweise richtig sein; diese Zeit kann immerhin mit zur Bestimmung verwandt werden, besonders wenn man gleichzeitig die innere und äussere Reibung, sowie die Differenz der spec. Gewichte der beiden Flüssigkeiten kennt und dieselben mit in Rechnung zieht, was auch hier geschehen ist. Ein sehr wesentliches Mittel zur Bestimmung der Qualität der Emulsion ist die Farbe derselben, indem um so mehr Licht reflectirt werden wird, sie also um so mehr weiss erhalten wird, je feiner in den Menstruen das Oel vertheilt ist. Zusammen aus diesen beiden Merkmalen lässt sich die Güte der Emulsionen ziemlich genau bestimmen. Es wurde zunächst Olivenöl emulgirt mit Flüssigkeiten als Menstruum, die aus der Tabelle III. entnommen waren, um entsprechend der Formel E_1 zu sehen, ob bei sonst gleichen Bedingungen die Güte der Emulsion mit Abnehmen des spec. Gewichtes des Menstruums ebenfalls abnimmt. Es wurden 20 Cc. Olivenöl

---

1) Der Erfinder derselben ist Hr. W. Lehmann in Nürnberg; Abbildung und Beschreibung im „Buch der Erfindungen."

und 20 Cc. Flüssigkeit in die Flasche gefüllt und jedesmal eine Stunde lang geschüttelt.

VI. Tabelle: Emulsionen.

Name und Conc. der Flüssigkeit.	spec. Gewicht.	Innere Reibung.	Aeussere Reibung.	Farbe.	Zeit der Trennung.
Kochsalz 10%	1070	6	46	weisslich-gelb	nach 1 Stunde unten eine 1 Mm. hohe Schicht von reinem Kochssalz.
Kalialaun 10%	1044	6	44	weisslich-gelb	nach 1 Stunde unten 6 Mm. reine Schicht.
Kochsalz 5%	1035	6	42	weisslich-gelb mehr gelb.	nach 1 Stunde 10 Mm. rein.
„ 2%	1015	6	44	—	nach 1 Stunde noch grössere Schicht rein, als in der vorigen.

Bemerkung. Die Trennung der beiden Flüssigkeiten beginnt überall sofort nach Aufhören der Bewegung.

Die Güte der Emulsion nimmt in der That mit dem abnehmenden spec. Gewicht ebenfalls ab; auffallend ist nur, dass, wie die Tabelle zeigt, trotz der Abnahme der Differenz der spec. Gewichte die Geschwindigkeit der Trennung ebenfalls abnimmt. Das kann wohl nur darin seinen Grund haben, dass die Emulsionen, in denen die Menstrua höhere spec. Gewichte haben, um so viel besser sind, dass die grössere Anzahl von feineren Tröpfchen eine um so viel grössere Fläche darstellt, dass dadurch die grössere Reibung die grössere Differenz der spec. Gewichte überwindet. Die Tabelle VI. enthält Flüssigkeiten, die alle der unorganischen Reihe angehören; diese folgen demnach im Allgemeinen der ersten Formel und emulgiren, was ich im Voraus bemerken kann, am schlechtesten.

VII. Tabelle.

Name und Conc. der Flüssigkeit.	spec. Gewicht.	Innere Reibung.	Aeussere Reibung.	Farbe.	Zeit der Trennung.
Glykochols. Natr. 1%	1003	6	40	gelblich-weiss	nach 20 Minuten unten
				gelblich-weiss	noch keine Trennung.
„ „ 2%	1005	6	42		— —
„ „ 10%	1026	7	46	fast weiss.	nach 20 M. unten 5 Mm. reine Schicht.
Entfärbte Galle	1027	8	52	fast weiss doch weniger als die vorig.	nach 9 M. sind unten schon 12 Mm. reine Schicht.

Bemerkung. Bei der Bereitung dieser Emulsionen kann man schon mit blossem Auge die drei von Brücke mit seinem Tausendgranfläschchen bestimmten Schichten unterscheiden; die unterste ist fast milchweiss, die mittlere grauweiss, die oberste gelb; erstere enthält die meisten feinen Tröpfchen, die letzte fast reines Oel, die mittleren die gröberen Tropfen nebst etwas Menstruum; die 1., 2. und 4. Emulsion sind von fast gleicher Güte, die dritte ist besser, doch conserviren sich die 1. und 2. am besten.

Diese Tabelle ergiebt ganz deutlich, dass jene Formel für E_1 nicht mehr ausreicht; wir haben hier Emulsionen, die bei ganz niederem spec. Gewicht und sonst gleichen Verhältnissen ungleich besser sind, als jene oben. Wir müssen desshalb hier in diese Formel einen constanten Factor aufnehmen, den wir als von der Natur der Flüssigkeit abhängig betrachten, also

$$E_1 = F\left(\frac{K,\ T,\ S,\ M,\ \alpha}{R_1,\ R_2,\ R_3}\right)$$

Ganz entsprechend E_2 dagegen trennt sich die Emulsion mit grösserer Differenz der spec. Gewichte der gemischten. Flüssigkeit, also die 3. und 4. Emulsion auch viel früher als die 1. und 2. Emulsion. Daraus geht ferner hervor, dass diese Emulsionen nicht um so viel besser sein können, als die 1. und 2., dass sie dadurch die Einwirkung der grösseren Differenz der spec. Gewichte hätten überwinden können, was seinerseits wieder besagt, dass der constante Factor mit der Concentra-

tion der Flüssigkeit nicht proportional, sondern ungleich weniger zunimmt. Die Emulsion 4 mit entfärbter Galle, in welch' letzterer das glykocholsaure Natron zu etwa 0·8—1% enthalten ist, hat für die Bildung der Emulsion auch nur den Werth der 1% glykocholsauren Natronlösung, erfährt aber für seine conservirende Fähigkeit durch seine grosse Differenz im spec. Gewicht den Nachtheil der 10% glykocholsauren Natronlösung, welche fast gleiches spec. Gewicht mit der entfärbten Galle hat.

VIII. Tabelle.

Name und Conc. der Flüssigkeit.	spec. Gewicht.	Innere Reibung.	Aeussere Reibung.	Farbe.	Zeit der Trennung.
Gummi arab. 10%				gelblich-weiss	nach 20 Minuten unten eine 20 Mm. hohe milchweissec Shicht.
„ „ 2%	1008	7	46	gelblich-weiss	nach 20 Min. unten eine 15 Mm. hohe milchweisse Schicht.
„ „ 6%	1024	10	62	gelblich-weiss	nach 20 Min. unten eine 14 Mm. hohe milchweisse Schicht.
„ „ 8%	1028	12	72	gelblich-weiss mehr weiss, als die vorige.	nach 20 Min. untere Schicht nur 5 Mm.
„ „ 10%	1034	14	84	fast weiss, doch noch manche gelbe Flecke.	nach 20 Min. noch keine untere Schicht; nach 1½ Stunde untere Schicht 5 Mm.

Bemerkung. Erst bei diesen Emulsionen wurde die Wichtigkeit der untersten weissen Schicht, da eine vollständige Trennung der beiden Flüssigkeiten innerhalb der Kontrolzeit überhaupt nicht stattfand, gewürdigt und deshalb jedesmal ihre Höhe bestimmt.

Wir werden demnach auch dem Gummi arabicum einen gleichen constanten Factor vindiciren müssen; in wie weit derselbe aber in den höher procentirten Lösungen steigt, ist nicht zu eruiren, weil hier die grosse innere und äussere Reibung des Gummi's zur Geltung kommt. Deshalb wird auch jene untere milchweisse Schicht, welche die meisten feinen Oeltröpfchen enthält, abgesehen davon, dass diese Emulsionen

überhaupt besser sind und deshalb eine gleichmässigere Vertheilung der Oeltropfen in sich enthalten, in gleicher Zeit die geringste Höhe haben.

So ergiebt sich denn für Galle und Gummi arabicum, dass, während die Emulsion bereitende Fähigkeit für erstere etwas grösser ist, für letztere die Emulsion conservirende Fähigkeit ganz bedeutend überwiegt; demnach ist verständlich, dass jene Emulsion mit 10% glycocholsaurem Natron wohl besser war, sich aber innerhalb gewisser Zeit vollkommen getrennt, während die Emulsion mit Gummi arab. von gleichem Procentsatz von geringerer Güte sich bis auf ein klein wenig unendlich conservirt hatte.

Wollte der Pharmaceut seine Emulsionen mit Galle bereiten, so würde er selbst etwas an Zeit ersparen; doch würde ihm dafür der Patient wenig Dank wissen, da er diesem die Arbeit übertragen hätte, die sich im Laufe des Tages trennende Emulsion immer wieder selbst durch Bewegung zu erneuern. Würde man andererseits den Darm seine Fette mit Gummi arab. emulgiren lassen, so würde man nach der einen Seite hin die mechanische Arbeit erhöhen müssen, nach der anderen Seite aber überflüssige Spannkräfte aufspeichern, da dem Darm nur an schneller Emulsion, gar nichts an Conservirung derselben gelegen ist. Somit wäre die differente Wirkung von Galle und Gummi arab. in ihrem Verhalten als Menstruum für Emulsionen, wie mir scheint, vollständig erklärt und wäre damit die Aufgabe nach dieser Seite hin erledigt. Indess schien es von Interesse noch einige andere Flüssigkeiten auf ihre Fähigkeit, zu emulgiren, zu untersuchen und ausserdem noch einige Mittel ausfindig zu machen, vermöge deren der Dünndarm eine bestimmte Grösse an mechanischer Kraft erspart, da, wie ich hier im Voraus bemerken kann, der Ueberschuss der Galle an Emulsionsfähigkeit zur Erklärung noch nicht ausreicht.

IX. Tabelle.

Name und Conc. der Flüssigkeit.	spec. Gewicht.	Innere Reibung.	Aeussere Reibung.	Farbe.	Zeit der Trennung.
Essigs.Nat. 2%	1009	6—7	—	weisslich-gelb aber besser als in den gleichen unorgan. Verbindungen.	nach 20 Min. oben 18 Mm. Oel, untere Schicht zahlreiche milchweisse Punkte.
„ „ 10%	1030	8	—	— —	nach 20 Min. setzt sich die untere Schicht rein ab.
Weinsteins. Natr. 2%	1014	6	—	— —	nach 20 Min. oben 13 Mm. Oel, die untere Schicht 3 Mm. hoch trübe.
„ 10%	1057	7	—	— —	nach 20 Min. oben 13 Mm. Oel, untere Schicht 1 Mm. ganz rein.
Milchs.Nat. 2%	1009	6	—	— —	— —
„ 10%	1035	7	—	— —	nach 20 Min. oben 12 Mm. Oel, unten setzt es sich rein ab.
Rohrzucker 2%	1010	6	—	gelblich-weiss	nach 20 M. untere Schicht* 2 Mm. milchweiss.
„ 10%	1040	8	—	fast weiss	nach 20 Min. unten 22** Mm. milchweisse Schicht.
Traubenzucker 2%	—	—	—	gelblich-weiss	nach 20 Min. untere Schicht 6 Mm. fast klar.
„ 10%	—	—	—	gelblich-weiss	nach 20 Min. eine hohe*** reine Schicht.
Hühnereiweiss 2%	1005	6	—	gelblich-weiss	nach 20 Min. untere Schicht 10 Mm. milchweiss.
„ 10%	1014	7	—	fast weiss	es bleibt fast im Ganzen weiss.

* Nicht filtrirte Lösung, aber vollkommen rein.

** Bei Rohrzucker scheint der constante Factor mit der höheren Concentration bedeutend zugenommen zu haben.

*** Ich mache ausdrücklich aufmerksam, dass der Traubenzucker durchaus viel schlechter emulgirt, als Rohrzucker; man nehme aber unfiltrirte Lösungen; das Filter scheint von dem Rohrzucker viel zurückzuhalten.

Anmerkung. Der constante von der Natur der Flüssigkeit abhängige Factor ist vielleicht zurückzuführen auf die Grösse der Moleküle in den Flüssigkeiten. Demnach hätten die Flüssigkeiten Mole-

küle von einer Grösse, die der Reihe entsprechen würde, wie sie oben für ihre Emulsionsfähigkeit aufgestellt ist. So hätte z. B. Eiweiss mit die grössten Moleküle. Damit wäre eine Basis für eine Hypothese gegeben, die zuerst E. Brücke aufgestellt hat (a. a. O.), dass die Lösung des Eiweisses von den anderen Lösungen nur durch die Grösse der Moleküle sich unterscheide. Wenn man ferner nach dem Vorgange von M. Traube (Centralblatt 1867. S. 706, dies Archiv 1867. S. 151) die Grösse der Moleküle in einer Flüssigkeit mit ihrer Diffusibilität durch eine bestimmte Membran in Zusammenhang bringt, so könnte die von C. Ludwig aufgeworfene Frage, weshalb der Zucker der Leber nach den Blutgefässen, die Galle nach besonderen Kanälen abgeführt würden, dahin beantwortet werden, dass der erstere vermöge seiner kleineren Moleküle in die Blutgefässe diffundiren kann, was der Galle mit ihren grossen Molekülen nicht möglich ist; sie fliesst deshalb nach eigenen Kanälen ab.

Mit Seifen konnte aus dem schon oben angegebenen Grunde nicht emulgirt werden, doch habe ich über ihre Emulsionsfähigkeit ein Urtheil aus folgenden Versuchen bekommen: als ich Emulsionen mit Lösungen von Metallsalzen machte, z. B. schwefelsaurem Zink, salpetersaurem Quecksilber, bildeten sich in der durch die Bewegung erzeugten Wärme sogenannte Pflaster, welche sehr gut emulgirten. Diese Pflaster scheinen mir für den vorliegenden Zweck mit Seifen gleichwerthig zu sein, und würde hierin der Werth des pankreatischen Saftes gegenüber den Fetten liegen; nicht allein, dass durch denselben Fett verseift und als Seife resorbirt werden kann, sondern vielleicht vielmehr mag die gebildete Seife für das übrige neutrale Fett als vorzügliches Emulgens auftreten; eine Ansicht, die auch schon von E. Brücke[1]) ausgesprochen worden ist.

Die geprüften Flüssigkeiten lassen sich hinsichtlich ihres Werthes als Emulgentia in folgende aufsteigende Reihe bringen:

1. Unorganische Salze { Kochsalz in versch. Concentration. / Kalialaun u. s. w.

2. Organische Salze { Essigs. / Weinsteins. / Milchs. } Natron.

1) E. Brücke. Ueber die physiologische Bedeutung der theilweisen Zerlegung der Fette im Dünndarm. Centralblatt 1870. S. 475.

3. Kohlehydrate [1]
- Traubenzucker 2—10%
- Rohrzucker 2%
- Gummi arab. von 2—10%
- Rohrzucker 10%

4. Hühnereiweiss 1% und 2%, Galle, und Seifen.

Die Bereitung von Emulsionen hängt indess bei überall gleicher mechanischer Arbeit nicht allein vom Menstruum ab, sondern auch noch von einigen anderen Verhältnissen, auf die, da sie auf der Hand liegen, nur noch kurz eingegangen werden soll.

X. Tabelle: Enfluss der Menge der Flüssigkeiten zu einander.

Name der Flüssigk.	Verhältniss des Oeles zum Menstruum.	Farbe.	Zeit der Trennung.
Glykochols. Natr. 1%	1 : 1	gelblich-weiss	nach 20 Min. unten 7 Mm. weisse Schicht.
„ „ 1%	1 : 2	fast weiss	nach 20 Min. 20 Mm. weisse untere Schicht.
„ „ 1%	1 : 3	weiss	nach 20 M. 39 Mm. weisse Schicht.

Wie vorauszusehen, nimmt die Qualität der Emulsion mit der grösseren Menge des Menstruums zu.

Ebenso ist ersichtlich, dass die Emulsion um so besser ausfallen wird, je grösser bei gleicher Flüssigkeitsmenge das Gefäss ist, in dem emulgirt wird, doch darf offenbar der Durchmesser desselben eine gewisse Grenze nicht überschreiten oder unter eine solche sinken.

Wenn wir jetzt die Resultate der bisherigen Untersuchungen im Interesse der ursprünglichen Frage übersehen, so finden wir, dass die Galle in der That zu den Flüssigkeiten gehört, welche am besten emulgiren, dass wir aber immerhin noch

1) Die Kohlehydrate bilden in sich selbst wieder eine aufsteigende Reihe, deren Endglieder Traubenzucker 2% und Rohrzucker 10% sehr weit auseinander liegen: Letzterer könnte mit gutem Rechte auch in die 4. Gruppe eingereiht werden.

nicht damit erklären können, wie der Darm mit einem geringeren Aufwand von mechanischer Leistung eine ebenso gute Emulsion schafft, als wir im Schüttelapparat oder der Reibschale.

Zur weiteren Beantwortung der Frage müssen wir uns deshalb zu Versuchen an Thieren wenden.

II.

Jede Oelemulsion entsteht bekanntlich dadurch, das das Oel mit irgend einer Flüssigkeit, als Menstruum, in Bewegung gesetzt wird. Für die Bereitung der Emulsion im Dünndarm kommen als Menstruen in Betracht die Galle, der pankreatische Saft und der von der Darmwand selbst secernirte Darmsaft. Den hohen Werth der Galle als Menstruum haben wir oben schon kennen gelernt; den wenigstens ebenso hohen Werth des pankreatischen Saftes für denselben Zweck aus seiner Fähigkeit, Fette zu zerlegen und mit ihnen Seifen zu bilden, aus Analogie schliessen können; den Darmsaft zu untersuchen, war, wie das allen Versuchen dieser Flüssigkeit gegenüber gegangen ist, auf dem bisherigen Wege nicht thunlich und soll weiter unten in anderer Weise geschehen.

Die für die Bildung der Emulsion im Dünndarm nothwendige Bewegung erzeugt der Darm in sich durch seine peristaltischen Bewegungen.

Ob der Darmsaft allein genügt, um im Dünndarm eine Emulsion zu bilden, zeigt folgender Versuch. Einem mittelgrossen Hunde, der entsprechend auf dem Rücken befestigt war, wird, nachdem er 24 Stunden gehungert hatte, durch einen 6—8 Cm. langen Schnitt in der Linea alba unterhalb des Proc. xiphoideus die Bauchhöhle eröffnet; es werden der Duct. choledochus und pankreaticus unterbunden, ebenso eine Ligatur um das Ende des Dünndarms da, wo derselbe in den Dickdarm übergeht, geführt; sämmtliche Eingeweide werden in die Bauchhöhle reponirt, bis auf das oberste Stück des Dünndarms, welches von dem Gehülfen gehalten wird. Mit einer grossen Glasspritze mit Stichcanüle werden 40 Cc. reinstes Klauenfett in den Darm injicirt; die Canüle herausgezogen, eine kleine

Blutung mit dem tupfenden Schwamm in kürzester Zeit gestillt, die Oeffnung verschliesst sich durch Muskelcontraction, es bedarf gar keiner Ligatur, die Schlinge wird reponirt und die Bauchwunde zugenäht. Diese Art der Injection in die Darmhöhle ist ausserordentlich bequem und sehr wenig eingreifend, die Thiere werden gar nicht narkotisirt; die ganze Operation dauert nicht länger als 10—15 Minuten, wenn kein besonderer Unfall passirt ist.

Nach 2 Stunden wird derselbe durch einen Schlag auf den Kopf getödtet, die Bauchhöhle schnell eröffnet; man findet die Chylusgefässe, aber nur im oberen Theile des Duodenum's in kurzer Ausdehnung milchweiss injicirt. Am Uebergange des Magens in den Darm wird eine Ligatur um letzteren gelegt, derselbe rasch herausgeschnitten und sein Inhalt in einen hohen Cylinder entleert. Man sieht anscheinend fast reines Fett in gewöhnlicher Form; bringt man indess einen Tropfen davon unter das Mikroskop, so sieht man eine Anzahl von Fetttröpfchen von verschiedenster Grösse, von der Grösse eines Punktes bis zu der eines Groschenstückes und darüber. Selbstverständlich werden alle diese Manipulationen möglichst rasch ausgeführt.

Aus diesem einen Versuche geht hinreichend deutlich hervor, dass durch den Darmsaft wenigstens ein Theil des in den Dünndarm gelangten Fettes emulgirt wird.

Es wäre möglich, dass die Darmwand selbst fähig wäre, irgend einen Einfluss auf die Bereitung der Emulsion auszuüben. Um dies controliren zu können, müssten die bekannten Factoren, nämlich Bewegung des Darmes und emulgirende Menstrua in demselben, ausgeschaltet werden können, was aber durchaus unmöglich ist.

Uebrigens ist es ganz unmöglich, dass die Darmwand allein ohne jedes Menstruum emulgiren könnte, das widerspricht einfach dem Begriff der Emulsion. Man kann höchstens glauben, dass die Darmwand in sich irgend eine Einrichtung besitzt, die die Emulsion beschleunigt. Wir können vorläufig diesen Einfluss nicht eruiren; wir werden aber auch erst in die Nothwendigkeit versetzt sein, auf einen solchen Einfluss

zurückzugehen, wenn die aufgeworfene Frage aus den uns bekannten Thatsachen sich nicht wird beantworten lassen.

Wir gehen zu Versuchen über, in denen Fett im Darm des lebenden Thieres emulgirt wurde, um diese Emulsion mit der im Schüttelapparat entstehenden zu vergleichen. Die Versuche wurden in der oben angeführten Weise ausgeführt; nur wurde statt des Klauenfettes Leberthran verwendet, weil ersteres nicht stets in gleicher Qualität zu bekommen war.

Versuch. Einem mittelgrossen Hunde, der 24 Stunden gehungert hat, werden nach den oben angegebenen Vorbereitungen 30 Cc. Leberthran und 15 Cc. frischer Rindergalle dnrch Stich in's Duodenum injicirt. Nach 1 Stunde wird der Hund durch Schlag auf den Kopf getödtet. Chylusgefässe sind nirgends deutlich gefüllt. Ein Tropfen unter dem Mikroskop zeigt zahlreiche Fetttröpfchen und zwar punktförmige bis zur Grösse eines Thalers; vorherrschend sind die Tropfen in Grenze eines halben Groschens. Die aus dem Darm entleerte Flüssigkeit sieht sehr gelb aus und hat sich nach kurzer Zeit die Galle vollständig vom Fett getrennt.

Versuch. Einem kleinen Hunde, der 24 Stunden gehungert hatte, werden nach derselben Vorbereitung, wie oben angegeben, durch Stich 30 Cc. Leberthran und 15 Cc. frische Rindergalle in das Duodenum injicirt. Nach zwei Stunden wird das Thier durch Schlag auf den Kopf getödtet; die Chylusgefässe sind deutlich gefüllt. Ein aus dem Darm sofort entnommener Tropfen zeigt unter dem Mikroskop eine Menge von Fetttröpfchen, die ihrerseits selbst von verschiedener Grösse sind und zwar punktförmig bis zu ansehnlicher Grösse. Wird der Darminhalt, der nach dem 24stündigen Hungern frei von Speiseresten ist, seines Inhalts entleert, so findet man denselben sehr gelb aussehend und in ein Cylindergefäss entleert, trennen sich Fett und Galle nach nicht langer Zeit vollständig.

Versuch. Ein mittelgrosser Hund, der 2 Tage gehungert hat, erhält ebenso 30 Cc. Leberthran und 15 Cc. Galle in das Duodenum durch Stich injicirt. Nach 2½ Stunde wird das Thier in derselben Weise getödtet. Die Chylusgefässe sind deutlich in grosser Ausdehnung gefüllt. Ein dem Darm

entnommener Tropfen zeigt unter dem Mikroskop zahlreiche, feinste Tröpfchen; darunter auch grössere bis zu Groschengrösse.

Versuch. Ein kleiner Hund erhält ebenso 30 Cc. Leberthran und 15 Cc. frische Rindergalle in das Duodenum injicirt. Nach vollendeter Operation erbricht das Thier. Nach 2½ Stunde wird es durch Schlag auf den Kopf getödtet. Die Chylusgefässe waren deutlich gefüllt. Ein Tropfen unter dem Mikroskop zeigt, wie im vorigen Versuche, zahlreiche feinste Tröpfchen gemischt mit solchen von bedeutenderer Grösse. Der entleerte Darminhalt sieht gelb aus und trennt sich ebenfalls in einem hohen Cylinder nach nicht langer Zeit das Fett von der Galle.

Aus diesen Versuchen geht hervor, 1) dass mit der zunehmenden Dauer der Emulgirung im Dünndarm auch die Füllung der Chylusgefässe deutlicher wird und 2) dass ebenso mit zunehmender Zeit auch die Qualität der Emulsion zunimmt. Dies Resultat war vorauszusehen, aber es zeigt besonders das zweite Resultat, wie viel Zeit der Darm zur Bereitung seiner Emulsion braucht, und zugleich kann man beobachten, dass dieselbe sehr ungleichmässig ist. Vergleichen wir diese Emulsion mit der unsrigen in der Schüttelflasche oder Reibschale, so finden wir, das wir in kürzerer Zeit eine bessere und eine viel gleichmässigere Emulsion fertig bringen, d. h. „was der Darm an mechanischer Arbeit erspart, das setzt er an Zeit zu."

Die Aufgabe hat indess noch eine weitere Ausdehnung; sie wirft zugleich die Frage auf, wie die schwachen peristaltischen Kräfte so feine Emulsionen fertig bringen können. Um die Frage beantworten zu können, müssen wir dieselbe etwas näher präcisiren und zwar dahin; können wir in Reibschale oder Schüttelflasche mit sehr schwacher Bewegung ebenso fein emulgiren, oder brauchen wir dazu durchaus sehr starke Bewegung? Zu diesem Zwecke brachte ich in meine Schüttelflasche 5 Cc. Leberthran und 5 Cc. frischer Rindergalle, schüttelte jetzt ganz langsam 5 Minuten lang in der Hand und finde unter dem Mikroskope — ich benutzte in allen diesen Untersuchungen eine Vergrösserung von gegen 300 — neben grossen

Tropfen eine ganz beträchtliche Zahl von feinsten Tröpfchen. Demnach erzielen wir auch bei ganz schwacher Bewegung in durchaus kurzer Zeit feinste Tröpfchen, bei einer Bewegung, die gewiss nicht stärker ist, als die peristaltische des Darmes sie zu erzeugen vermag.

Wie nun überhaupt so schwache Bewegung so feine Tröpfchen erzeugen kann, das zu untersuchen, war von vornherein nicht beabsichtigt und fällt, wie schon im Anfang gesagt, unter eine neue Untersuchung über Tropfenbildung.

Dem Darm stehen für seine Arbeit noch einige Hilfskräfte zu Gebote. Zunächst stellt derselbe ja ein sehr langes Rohr dar, in welchem sich die verhältnissmässig geringe Flüssigkeitsmenge als ein sehr langer, schmaler Cylinder ausbreitet, was das Emulgiren ausserordentlich erleichtern muss; ferner besitzt er eine sehr klebrige Oberfläche, an der die feinen Tröpfchen haften bleiben können, ohne in der Zwischenzeit der Ruhe des Darmes sich mit den grossen Tropfen zu vereinigen; ausserdem aber ist der Darm in der Lage, die gebildeten feinsten Tröpfchen durch Resorption wieder fortschaffen zu können, eine Eigenschaft der Darmwand, die ihr gewiss nicht wenig an mechanischer Leistung erspart.

Ich bin überzeugt, könnte man die Kraft mal Zeit, die wir in der Schüttelflasche zum Emulgiren brauchen, und die Kraft mal Zeit mal Hilfsfactoren, die der Darm für seine Emulsion braucht, in Zahlen ausdrücken, wir würden eine Gleichung erhalten, deren beide Glieder gleich gross wären.

Was den Werth der Emulsion für die Resorption der neutralen Fette betrifft, so liess sich in den obigen Versuchen beobachten, dass mit der besseren Qualität der Emulsion auch die Füllung der Chylusgefässe eine intensivere zu sein pflegte, woraus wir zu schliessen berechtigt sind, dass der Resorption von neutralem Fett durchaus wohl eine Emulgirung desselben vorangehen muss.

Am Schlusse dieser Arbeit nehme ich gern Gelegenheit, Herrn Prof. E. du Bois-Reymond für die ausserordentliche Unterstützung, die er bei derselben zu bieten die Güte hatte, meinen innigsten Dank zu sagen.

Anatomie von Pyrrhocoris apterus L.

Von
PAUL MAYER
in Greifswald.

Hierzu Tafel VII., VIII. u. IX.

Eine monographische Bearbeitung von Pyrrhocoris apterus L.[1]) ist meines Wissens bisher noch nicht erschienen, wie denn überhaupt die Wanzen seit Léon Dufour's bekanntem und umfassendem Werke[2]) wohl nur durch Leonard Landois[3]) in ihrem unangenehmsten Repräsentanten eine eingehendere Würdigung fanden. Einzelne Theile dieser Thiere sind freilich vom vergleichend anatomischen Standpunkte aus behandelt worden, doch habe ich, was Pyrrhocoris selbst anlangt, in der sehr zerstreuten Literatur nur eine Angabe von Leuckart über das Ei und von Siebold über das recepta-

---

1) Pyrrhocoris Fallén (Fallén, Hemiptera Sueciae pg. 45: „novum genus introduximus in nova meth. hemipt. 1814 pg. 9"). Synonyma: Cimex apterus L., Lygaeus apterus Fabr., Platynotus apterus Schill. Systematische Stellung: Hemiptera, Heteroptera, Geocores, Lygaeodes. Vgl. C. W. Hahn, die wanzenartigen Insecten I pg. 19, Fieber, die Europäischen Hemipteren S. 162.

2) Recherches anatomiques et physiologiques sur les hémiptères. Mémoires présentés par divers savans etc. T. IV 1833 p. 129—461.

3) Anatomie der Bettwanze mit Berücksichtigung verwandter Hemipterengeschlechter. Zeitschr. f. wissensch. Zool. XVIII 2 und XIX 2.

culum seminis gefunden, auf die ich später zurückkommen werde. Somit bleibt in erster Linie nur Dufour zu berücksichtigen, dessen Arbeit, wie auch schon anderweitig nachgewiesen worden, in Bezug auf Einzelheiten nicht eben genau zu nennen ist, dessen Fehlgriffe aber in den vergleichsweise unvollkommenen Präparations- und Beobachtungsmethoden jener Zeit hinreichende Entschuldigung finden.

Ueber die allgemeinen Lebensverhältnisse des Thieres schicke ich einige Notizen voraus, die auf eigenen Beobachtungen beruhen, und verweise im Uebrigen auf F. Hausmann's eingehende und exacte Schilderungen.[1]) Zu den häufigsten Insecten aus der Ordnung der Wanzen gehörig, theilt es zwar eine Haupteigenschaft seiner Verwandten, insofern es sehr scheu und behende ist, entbehrt aber für gewöhnlich des charakteristischen Geruches und der Flügel. Man findet es vorzüglich an Lindenstämmen, aber auch recht verbreitet an trocknen Wegen oft in grossen Schaaren den ganzen Sommer hindurch, etwa von Mitte April ab, um welche Zeit[2]) die erwachsenen Thiere sich begatten. Es ist selten, dass ein Männchen mehr als einmal den Coitus übe, wohl aber erlauben die Weibchen eine öftere geschlechtliche Vereinigung. Diese zeichnet sich durch bedeutende Länge aus; in einer Reihe von mir beobachteter Fälle dauerte sie über 36 Stunden, einmal sogar über 2½ Tage, trotzdem die Thiere ohne Nahrung gelassen wurden.[3]) Dem Hunger widerstehen sie höchstens eine Woche.

Eine zweite Generation erscheint um die Mitte des Juni, doch gelang es mir nicht, die jüngsten Entwicklungsstufen zu beobachten. Bei der Häutung platzt das Integument auf dem Rücken; das Thier arbeitet sich mühsam heraus, wird aber in seinem unbehülflichem Zustande von Seinesgleichen gerne an-

---

1) Bemerkungen über Lygaeus apterus Fabricii; in Illiger, Magazin f. Insectenkunde 1802 S. 229—241. Enthält Beschreibung des Thieres, seiner Lebensweise und der Metamorphose.

2) Dufour nennt Anfang Juni.

3) Hausmann spricht sogar von 3—4 Tagen.

gebohrt und so sehr entkräftet, dass es zu Grunde geht. In seltenen Fällen [1]) (etwa ½—1% der Gesammtzahl) gestalten sich die Flügelrudimente, welche den Beinamen „apterus“ veranlasst haben, zu völlig ausgebildeten Flugwerkzeugen, doch habe ich nicht bemerkt, dass die Thiere sich derselben auch bedienen. Unter den Flügeldecken finden sich bei älteren Individuen grosse Mengen Milben vor, welche anscheinend den Tod ihrer Wirthe veranlassen.

Ich gehe jetzt zur Darlegung der einzelnen Organe über und bespreche zunächst das eigentliche Charakteristicum der echten Wanzen, nämlich die Stinkdrüsen.

1. Die Stinkapparate.

In dem nur wenige Seiten langen Kapitel über „l'organe odorifique“ beschränkt sich Dufour im Allgemeinen auf die Angabe, ob die von ihm untersuchten Wanzen einen Geruch von sich geben oder nicht, und ist zur eigentlichen anatomischen Nachforschung nur bei verschiedenen Arten von Pentatoma, Alydus, Coreus und Miris gelangt. So dürftig diese nun auch ist, so hat sie doch wenigstens das für die vergleichende Anatomie interessante Resultat aufzuweisen, dass bei den mit einem Stinkorgane versehenen Wanzen nicht durchgängig ein einziger Apparat vorhanden ist, sondern dass Coreus hirticornis deren zwei hat. „Dieses Beispiel einer doppelten Blase steht bis jetzt isolirt da.“ [2]) Es zeigt sich nun, dass bei Pyrrhocoris dieselbe Duplicität besteht. Zwar erwähnt Dufour an zwei Stellen [3]) seines Werkes ausdrücklich, dass dieses Thier selbst bei Reizungen keinen unangenehmen oder überhaupt merklichen Geruch von sich gebe; und diese Bemerkung ist völlig richtig, wenigstens soweit sie die wirklich ausgewachsenen

---

1) Ich habe im Ganzen nur 5 Exemplare gefunden, drei Weibchen und zwei Männchen.

2) Dufour, a. a. O. p. 399.

3) a. a. O. pp. 171 und 399. Auch Duméril in seiner Entomologie analytique (Mémoires de l'academie des sciences etc. XXXI 2 von 1860) sagt p. 1007: „elle ne porte pas d'odeur.“

Thiere betrifft. Ich habe selbst bei Vivisectionen keinen Geruch wahrnehmen können. Und doch findet man bei genauer Nachsuchung, dass zwei mit Oel prall gefüllte Bläschen zwischen dem zweiten und dritten Fusspaare liegen und beim Anstechen oder Zerschneiden eine Flüssigkeit entleeren, welche meiner individuellen Ansicht zufolge angenehm ätherisch riecht und auch süsslich, ähnlich wie Chloroform, schmeckt. Präparirt man nämlich mit geöffnetem Munde eine dieser Stinkdrüsen, so kann man in demselben Augenblicke, in welchem die Nase den Geruch empfindet, den bezeichneten Geschmack deutlich wahrnehmen. Ehe ich aber auf die eigenthümlichen Verhältnisse, welche hier obwalten, näher eingehe, will ich besprechen, wie bei den noch nicht ausgewachsenen Thieren die Sache liegt.

Die Jungen von Pyrrhocoris besitzen bis zu einer Kleinheit von etwa 3 Mm. herab drei wohlentwickelte Stinkdrüsen [1]) und zwar nicht an der Bauchseite des Körpers, sondern direct unter dem Rücken gelegen. Aehnliches berichtet M. J. Künckel über die Jungen von Pentatoma. [2]) Reizt man nun ein junges Thier gelinde, so nimmt man einen scharfen, in etwa an eine flüchtige Fettsäure erinnernden Geruch wahr und sieht gleichzeitig aus der Oeffnung der mittleren, seltener zugleich auch aus der der vorderen Drüse ein Tröpfchen farbloser Flüssigkeit hervortreten, das allmälich verdunstet. Wird darauf ein Reiz in stärkerer Weise applicirt, etwa indem man dem Thiere ein Bein oder einen Fühler abschneidet oder es so lebhaft drückt, dass es durch den After Flüssigkeit entleert, so sieht und riecht man auch die hintere Drüse in Thätigkeit und nun macht sich der widerwärtige, specifisch wanzenartige Ge-

---

1) Jüngere Stadien habe ich auf diesen Punkt nicht untersuchen können. Nach Hausmann zu urtheilen, welcher die Metamorphose beschreibt, müssen sie schon die erste Häutung hinter sich haben.

2) Recherches sur les organes de sécrétion chez les (besser: quelques) insectes de l'ordre des Hémiptères. Comptes rendus etc. 1866 p. 435: „chez les jeunes individus ...... se trouvent deux glandes présentant les mêmes caractères ... que la glande inférieure des adultes. La présence de ces organes est indiquée sur les arceaux de la région dorsale par deux scutelles“ etc.

ruch bemerklich.[1]) Diese Drüse ist denn auch um ein Bedeutendes grösser, als beide andere zusammengenommen, und entlässt, unter dem Mikroskope geöffnet, ihren Inhalt ordentlich in Form eines feinen Strahles, so dass eine lebhafte Strömung in dem umgebenden Medium (Wasser oder Alcohol) entsteht. Das eben Angeführte gilt aber nur für diejenigen Thiere, welche die Umwandlung in das vollendete Insect noch nicht durchgemacht haben. Nach der entscheidenden Häutung wird nur noch der saure Geruch bemerklich und auch dieser ist bedeutend abgeschwächt; Hand in Hand damit geht die Verödung der Rückendrüsen, von denen sich zuerst die hintere leer antreffen lässt. Bei völlig Erwachsenen sind sämmtliche drei Organe unthätig.

Ich gebe zunächst die Beschreibung dieses

Accessorischen Stinkapparates.

Ueber Form und Lagerungsverhältnisse (Taf. VII. Fig. 1 Vf.) orientirt man sich am leichtesten an Präparaten, welche durch Einlegen der betreffenden Partien des Rückens in eine schwach alkalische Flüssigkeit, z. B. eine mässig concentrirte Lösung von doppelt kohlensaurem Natron und nachheriges Abspülen mit einem kräftigen Wasserstrahl gewonnen sind. Dieses Verfahren entfernt aus der Rückengegend alle Weichtheile und hinterlässt nur die chitinisirten Elemente, ohne diese aber im Geringsten zu alteriren. Die histologischen Details müssen auf bekannte Weise untersucht werden.

Die Drüsen (Taf. VII. Fig. 2) bestehen aus einer mehr oder minder stark in Falten gelegten Intima von gelbem Chitin und einer sie einhüllenden Schicht von Secretionszellen, die ihrer-

---

1) Bei alledem ist es übrigens durchaus erforderlich, dass die Wanze sich auch ihres Feindes bewusst werde, um gegen ihn ihre Schutzmittel in Anwendung zu bringen. Schneidet man nämlich, ohne das Thier festzuhalten, die Fühler oder auch mehrere Beine nacheinander ab, so sucht das Thier zu entfliehen, setzt aber seine Drüsen nicht in Thätigkeit. Sowie man jedoch die verwundete Wanze mit der Pincette ergreift, werden zugleich sämmtliche Schleusen geöffnet.

seits von einer Cuticula umgeben sind. Der Binnenraum der Intima stellt das sackartige Reservoir vor, und in dieses hinein mündet eine grosse Anzahl ebenfalls chitinisirter Bläschen (Taf. VII. Fig. 3 v_1), welche je nach dem Alter der Thiere 0·004 bis 0·006 Mm. messen, vermöge sehr langer und vielfach gewundener Schläuche ein. Ein jedes dieser Bläschen schwillt an seinem oberen Ende nochmals zu einem zweiten, aber höchst zartwandigen Bläschen an, welches indessen immer noch aus Chitin besteht, wenigstens gegen Alkalien und Säuren resistent ist. Der Rayon dieser complicirten Gebilde ist ein bestimmt abgegrenzter. Sie zeigen sich nämlich zunächst nur auf der Seite der Reservoire, welche der Leibeshöhle des Thieres zugewendet ist und dann auch nur an einem bestimmten Theile derselben, welcher bei den einzelnen Drüsen verschieden ist. Bei der vordersten sind sie meist nur in der Nähe der Oeffnung angebracht, auch nur sehr gering an Zahl. Ich habe nicht über 24 und nicht unter 12 aufgefunden. Weit zahlreicher und hundert überschreitend sind aber die Bläschen bei der mittleren und hinteren Drüse; und zwar finden sie sich bei der ersteren ziemlich gleichmässig über die ganze Oberfläche verbreitet, während sie bei der letzteren eine in der Mediane des Thieres gelegene Partie frei lassen und sich nach den Rändern vertheilen. Die Reservoire selbst variiren an Grösse bei den einzelnen Individuen nicht unerheblich; bei der glandula postica schwankt die Länge zwischen 0·400 und 0·560 Mm., bei der media zwischen 0·200 und 0·380 Mm., bei der antica zwischen 0·120 und 0·230 Mm. Ein bestimmtes Verhältniss zwischen den drei Behältern bei ein und demselben Thiere habe ich nicht ermitteln können, woran vielleicht aber nur die verschiedene Ausdehnung durch den Inhalt Schuld sein mag. Eine Rückbildung der Reservoire und Bläschen bei Erwachsenen findet nicht statt, vielmehr es persistiren diese Organe, ohne freilich weiterer Verwendung für ihren Träger fähig zu sein.

Die solchergestalt beschriebenen Reservoire sind umgeben von einer Schicht secernirenden Pflasterepithels, dessen Zellen eine Grösse von 0·024—0·036 Mm. und eine Höhe von etwa 0·012 Mm. erreichen und deutliche Kerne zeigen. Es entspricht

aber nicht einer jeden von diesen Zellen eins der vorhin erwähnten Bläschen, wenigstens nicht bei der obersten Drüse. Nach aussen von der membrana propria, welche diese histologischen Elemente umgiebt, liegt rother Farbstoff in kleinen, niedrigen Zellen von etwa 0·017 Mm. Ausdehnung angeordnet. Seine Körnchen zeigen Molecularbewegung; übrigens unterscheidet er sich nicht von dem Pigmente, welches das Thier an vielen Stellen seines Leibes absondert und das man merkwürdiger Weise auch im zweiten Magen junger Thiere antrifft. Die hinterste Drüse hüllt er gänzlich ein und erschwert damit das Erkennen der Einzelheiten in hohem Grade.

Nach aussen münden die Reservoire in der Mittellinie des Rückens an drei Stellen, welche sich durch das in ihrem Umkreise angeordnete schwarze Pigment im Gegensatze zu der lebhaft rothen Färbung des übrigen Rückens kennzeichnen. Dabei ist bemerkenswerth, dass die spaltförmigen Oeffnungen nicht einfach, sondern biskuitförmig sind und somit, da die sehr enge Brücke in der Mediane des Körpers liegt, die typische bilateralsymmetrische Anordnung noch erkennen lassen [1]). Ein eigentlicher Sphinkter zum Schliessen der Oelbehälter existirt ebensowenig wie eine Rings- und Längsmuskulatur zur Compression der Wandungen, vielmehr ist für gewöhnlich die Oeffnung von selbst durch Aufeinanderpressen der Lippen geschlossen. Dies ergiebt sich daraus, dass man mittels der angegebenen Methode die Reservoire im Zusammenhange mit der Körperwand bloslegen kann, ohne dass Oel ausfliesst. Offenbar wird der Inhalt durch die Elasticität der Wandungen hinausbefördert, wenn erst die Lippen von einander entfernt sind. Dies geschieht hauptsächlich durch zwei Paare von Muskelbündeln (Taf. VII. Fig. 2 ma, mp), welche an der oberen und unteren Lippe angebracht sind, in der Längsrichtung des Körpers verlaufen und sich bei der mittleren Drüse ausschliesslich an die benachbarten Lippen der antica und postica, bei diesen aber auch an das vorhergehende resp. folgende Körper-

1) Künckel l. c.: „chacune de ces scutelles présente deux ostioles."

segment befestigen. Auch ziehen sich Oeffner des Spaltes schräg nach vorn hin. Ausserdem aber sind die Drüsen noch an den vorderen Ecken durch je 3 Muskelbündel befestigt, welche sich schräg nach vorne in die Hypodermis begeben und an beiden Insertionsstellen von rothem Farbstoffe überlagert werden. Sie ziehen die Drüse eckig aus und mögen daher auch bei ihrer Contraction zu einer Pressung auf die Reservoire Veranlassung geben. Entfernt man sie, so rundet sich die Drüse ab.

Was das Secret betrifft, so reagirt es bei der glandula postica und media sicher und bei der antica wahrscheinlich stark sauer, wie dies Landois[1]) auch bei der Bauchdrüse von Cimex angiebt und Künckel es von den Rückendrüsen der von ihm untersuchten Pentatoma ausdrücklich erwähnt. Auf die Geruchsnerven wirken diese Secrete höchst unangenehm ein, doch scheinen sie auf die Augen keinen Reiz auszuüben. Der Hauptunterschied zwischen dem Secrete der hinteren und denen der beiden anderen Drüsen besteht ausser in dem Geruche auch darin, dass ersteres ein ätherisches Oel ist, letztere aber es nicht sind. Ich schliesse es daraus, dass ein gelber Farbstoff aus der Toluolreihe, welchen ich probeweise anwendete und der sich in ätherischen Oelen in bedeutender Menge, in Wasser aber nur wenig löst, aus einer wässerigen Lösung in das hinterste Reservoir übergetreten war und die in demselben enthaltene Flüssigkeit tief gelb gefärbt hatte, während er in die andern nicht diffundirte. Im Anschlusse hieran will ich gleich erwähnen, dass ich mich auf dieselbe Weise darüber vergewisserte, dass das Secret der Bauchdrüse ebenfalls ein ätherisches Oel ist. Auch seine Reaction ist stark sauer, es riecht aber, wie schon erwähnt, angenehm.

Ich gehe jetzt zur Beschreibung des

Typischen[2]) Stinkapparates

über.

---

1) a. a. O. p. 222.

2) Typisch im Gegensatze zu dem accessorischen der jungen

Landois hat die Schwierigkeit der Präparation desselben bei Cimex nicht übertrieben; bei Pyrrhocoris ist man insofern noch ungünstiger daran, als der Apparat selbst ganz durchsichtig, das Integument aber, welchem er dicht anliegt, fast ganz undurchsichtig und sehr hart ist. Ueber die gröberen Verhältnisse geben recht gut Präparate Aufschluss, welche durch Maceration in Wasser und nachheriges Wegspülen der verfaulten Theile gewonnen werden. Noch besser aber bleicht man zunächst die unverletzten Thiere in einer Chlormischung — chlorsaures Kalium und concentrirte Salzsäure bei gewöhnlicher Temperatur angewendet, in ähnlicher Weise wie L. Landois[1]) sich der Budge'schen Flüssigkeit bedient hat — entfernt das zweite und dritte Beinpaar völlig, spült gleichfalls die weicheren Theile ab und färbt mit Carmin, was sich färben lässt. Canadabalsam hellt derartige Präparate in wünschenswerther Weise auf. Bei der Eröffnung des Thieres in indifferenten Flüssigkeiten ist es eigentlich Sache des Zufalls, wenn man die Drüse unverletzt erhält, da sie völlig durchsichtig ist; Wasser macht sie zwar um Vieles deutlicher, verändert aber damit auch die feinere Structur. Im Uebrigen habe ich mich der gebräuchlichen Erhärtungs- und sonstigen Untersuchungsmethoden bedient. Der gesammte Apparat zerfällt in Drüse, Reservoir und Ausführungsgang mit Schliesskegel und Oeffnungsmuskel, ist also viel complicirter gebaut, als der von Cimex. Was zunächst die Drüse (Taf. VII Fig. 4 Go) betrifft, wie sie am vollkommensten bei nicht zu alten Thieren angetroffen wird, so hat sie im Allgemeinen eine bohnenförmige Gestalt und eine Grösse von etwa 0·2 Mm. Sie lässt eine membrana

---

Thiere, weil er allgemein vorhanden zu sein scheint, während der andere beispielsweise bei Cimex vermisst wird und auch nicht in der Dreizahl vorzukommen braucht. (Vergl. Landois und Künckel). Streng genommen sind übrigens zwei Bauchdrüsen typisch, die entweder als solche bestehen oder bei nur einem gemeinschaftlichen Reservoir doch zwei Ausführungsgänge besitzen. In gleicher Weise redet man von zwei Hoden bei den Lepidopteren.

1) Anatomie des Hundeflohes in: Nova acta Acad. Leop. Car. 1866 p. 57.

propria, ferner sehr grosse secernirende Cylinderepithelzellen und eine Intima, die als Canal für das Oel dient, unterscheiden. Die Secretionszellen haben eine Höhe von etwa 0·050 Mm. bei einer Breite von nur 0·010—0·020 Mm. und zeigen deutliche Kerne von 0·005—0·010 Mm. Grösse, welche weit zur Peripherie der Drüse hin gerückt erscheinen. In jede Zelle ragt ein kleines flaschenartig geformtes Röhrchen (Taf. VII. Fig. 51) von Chitin hinein, welches in den erwähnten Oelcanal mündet und eine Länge von etwa 0·015 Mm. besitzt. Der aus diesen Flaschen sich bildende Gang (Taf. VII. Fig. 4 do) ist meist gabelförmig gespalten, doch ist die Theilungsstelle nicht constant gelegen. Er zieht sich durch das Drüsenparenchym hindurch und mündet nach einer kleinen Anschwellung im Grunde der Drüse auf einer stark gelb gefärbten verdickten Stelle des Reservoirs (Taf. VII Fig. 4 Vo). Dieses bildet in dem erwähnten Altersstadium eine kugelförmige Blase von etwa 0·190—0·225 Mm. Durchmesser,[1]) die sich in einen mehr oder weniger langen Hals auszieht und darauf wieder etwas anschwillt, um den Oelcanal aufzunehmen. Ist sie prall gefüllt, so zeigt sie keine besondere Structur; erst nach theilweiser Entleerung lässt sie eine glatte membrana propria, eine dickere und vielfach gefaltete Intima und dazwischen Zelldetritus erkennen, welcher sich mit Carmin u. s. w. färbt. Ihre Intima ist die Fortsetzung des Oelcanals in der Drüse und ist der Epidermis des Thieres und der Intima des Rectums, der Rückendrüsen u. s. w. homolog. Wie man sieht, ist dies aber auch die einzige Aehnlichkeit zwischen Bauch- und Rückendrüse, zumal die Einhüllung in den rothen Farbstoff ebenfalls fehlt.[2]) — Schwie-

---

1) Bei alten Exemplaren gelangt sie zu einer Grösse von 0·28 Mm.

2) Man vergleiche hiermit den Passus bei Künckel über Pentatoma: „Je me suis assuré que les deux glandes des larves et que la glande unique des adultes ont une constitution entièrement semblable; j'y ai retrouvé la même enveloppe, la même matière colorante rouge, la même membrane sécrétoire; j'y ai reconnu des utricules identiques, toujours d'une extrême petitesse .... Est-il besoin d'ajouter que les liquides sécrétés ont les mêmes propriétés chimiques? Leur réaction est toujours fortement acide .....

riger zu untersuchen und zu beschreiben ist die Mündung des Reservoirs nach aussen hin. Etwas über dem dritten Beinpaare und nicht sehr weit von der Mediane des Körpers entfernt findet sich ein Spalt in der Epidermis, welcher zu einem entothoracischen hohlen, oben geschlossenen Horne führt. In diejenige Wand nun dieses Hornes, welche nach der Mittellinie zu gelegen ist, mündet der Oelbehälter ein, liegt aber in einem Winkel der Körperwand so gut geschützt, dass man erst den überstehenden Theil des Hornes abschneiden und dann die beiden Wandungen desselben trennen muss, um die Einzelheiten genau sehen zu können. Die Oeffnung ist ellipsoidisch; ihre Dimensionen betragen im Mittel 0·010 resp. 0·019 Mm. Sie liegt dicht neben einer Stelle der Epidermis, welche eigenthümlich blasig erscheint, ist aber mitsammt der nächsten Umgebung frei von Haaren (Taf. VII Fig. 6). Geschlossen wird sie von innen durch einen gleichfalls hohlen Kegel von 0·076 bis 0·085 Mm. Länge, welcher an der einen Hälfte seiner Basis mit dem Halse des Reservoirs, an der anderen mit der Wandung des Hornes sich verbindet. So lange also dieser Kegel seine Stellung beibehält, ist für das Oel kein Ausweg vorhanden. Umfasst aber wird der Conus von den Fasern eines kräftigen Muskels, welcher sich beinahe quer durch den Thorax ausspannt und sich erst, nachdem er die bedeutende Länge von über 0·660 Mm. erreicht hat, an der Epidermis befestigt. Bemerkt mag noch werden, dass der Conus nahezu senkrecht auf dem Horne steht, von dem er genau genommen nur eine Ausbuchtung bildet.

Ueber die Entwicklung dieser Theile habe ich Folgendes ermittelt. Bei denjenigen Thieren, deren letzte Häutung nahe bevorsteht, gelingt es zuweilen, einen Fettkörperlappen zu sehen, welcher in Lage und Form der Drüse entsprechen kann. In etwas späteren Perioden finden sich Drüse sowohl als Reservoir anscheinend ganz gleich gebildet und nur bestehend aus kleinen Zellen von etwa 0·005—0·012 Mm. Grösse, die sich durch viele kleine dunkle Körperchen im Inneren auszeichnen. Es sind das eben dieselben Zellen, von denen das neue Integument sich abscheidet. In Drüse und Behälter scheint die Intima

eher zu entstehen, als die membrana propria. Zu dieser Zeit ist auch die Drüse meist erheblich grösser, als die Blase, was wohl darin liegen mag, dass die letztere durch das secernirte Oel noch nicht gedehnt ist. Allmälich geht dann nach der Häutung die Zellschicht des Reservoirs ein, bleibt aber stets vorhanden und durch die Karminfärbung kenntlich. Im Alter schwindet auch das Parenchym der Drüse mehr und mehr.

Bei jungen Thieren, namentlich Männchen, die sich noch nicht lange gehäutet hatten, nahm ich zuweilen beim einfachen Ergreifen mit der Pincette, öfters erst nach stärkeren Reizen, meist aber gar nicht den Geruch von dem Oele dieser Bauchdrüse wahr, der sich bedeutend von dem des Secretes unterscheidet, welches die Rückenapparate liefern. Er trat aber immer nur momentan auf, und erst später zeigte sich der Geruch aus der mittleren Rückendrüse, hielt dafür aber auch länger an. Die hintere accessorische Drüse war bei diesen Stadien schon functionsunfähig. [1])

Nach Feststellung dieser anatomischen und physiologischen Verhältnisse darf man sich mit Recht die Frage vorlegen, wie es denn komme, dass bei den völlig erwachsenen Thieren „keinerlei Geruch“ sich bemerklich macht. Ueberblickt man die obigen Auseinandersetzungen, so ergiebt sich, dass zu einer Periode, in der die jüngeren Stadien durch ihr weiches Integument eines Schutzes bedürftig sind, eine energische Production von Secret und auch Anwendung desselben statt hat. Späterhin bleibt, wenn erst einmal die kritische Häutung vorüber, noch längere Zeit hindurch der Rückenapparat theilweise wirksam und es gesellt sich zu ihm noch zuweilen das Bauchorgan. Erst wenn die Epidermis die harte Beschaffenheit erreicht hat, welche die völlig Erwachsenen auszeichnet, geht auch der letzte Schutz verloren, dessen nun das Thier augenscheinlich zur Sicherung seiner Existenz nicht mehr bedarf. In welcher Weise aber der Oeffnungsmuskel die Fähigkeit,

---

1) Hieraus mag auch die Bemerkung Hausmann's sich erklären, die sich auf die Thiere nach der letzten Häutung bezieht: „bei ihr findet sich der Geruch in kaum merklichem Grade.“

seine Aufgabe zu erfüllen, einbüsst, habe ich nicht mit Sicherheit ermitteln können. Manchmal hat es mir geschienen, als ob er in seiner Textur geändert (gewissermaassen sehnig geworden) und namentlich resistenter sei gegen die Einwirkung des freien Chlors, als die übrige Körpermuskulatur. Ich kann wenigstens Fälle aufweisen, in denen er bei Bleichung, nachfolgender Färbung mit Carmin und Abspülung mit kräftigem Wasserstrahle allein von allen Thoraxmuskeln intact geblieben ist. Der Ausweg, welchen Dufour[1]) und übereinstimmend mit ihm Landois[2]) einschlägt, hat zwar in jüngster Zeit durch die Entdeckungen von H. Landois[3]) in Bezug auf nicht hörbare Töne bei Insecten an Brauchbarkeit gewonnen; wenn man aber bedenkt, dass bei Gerüchen zu viel individuelle Factoren maassgebend sind, welche wir bei der Beobachtung nicht unschädlich machen können, so möchte ich einstweilen die Frage noch für unerledigt ansehen und ihre Lösung am Ehesten von detaillirten vergleichend anatomischen Untersuchungen erwarten.

2. Die Verdauungsorgane.

In Bezug auf den tractus intestinalis und seine Anhangsdrüsen zeigt sich Léon Dufour nicht genau unterrichtet. Er lässt den Darmkanal, von dem er eine leidlich brauchbare Abbildung[4]) giebt, die Länge des Körpers fünfmal übertreffen[5]) und verfällt damit in dieselbe Uebertreibung, auf welche schon Landois[6]) bei Cimex aufmerksam macht. In Wirklichkeit ist nämlich der gesammte Tractus bei ausgewachsenen Exemplaren etwa 25 Mm. lang, mithin nur etwa zwei und ein halbes

1) a. a O. S. 397: „Il est des espèces, en petit nombre à la vérité, chez lesquelles nos sens deviennent inhabiles à constater une odeur quelconque, malgré l'existence d'un organe destiné à la produire. Uebrigens nennt er keine einzige Art und Pyrrhocoris hat er nachweisbar nicht untersucht.

2) a. a. O. S. 218.

3) Poggendorff's Annalen, Jubelband.

4) Pl. II, fig. 19.

5) a. a. O. S. 171.

6) a. a. O. S. 214.

Mal länger, als der Körper von Pyrrhocoris. Im Einklange damit macht er in situ auch nicht mehr, als eine vollständige Windung nach links und darauf am Anfange des Hinterleibes eine gleich grosse nach rechts, um mit dem Rectum wieder in der Mittellinie des Körpers anzulangen. Er zerfällt, wenn wir von den Mundorganen absehen, welche späterhin im Zusammenhange mit der Körpermuskulatur behandelt werden sollen, in die kurze Speiseröhre von etwa 4—5 Mm. Länge, in den eigentlichen Magen, welcher 5—6 Mm. lang ist, den Dünndarm von 11—13 Mm. und das Rectum von 2—3 Mm. Länge.

Die Speiseröhre (Taf. VII Fig. 7 oe) besteht aus einer membrana propria mit vielen Längsfalten nnd einer nach aussen von lhr liegenden Schicht quergestreifter Muskelfasern, welche aber sehr locker angeordnet sind und vorwiegend in der Längsrichtung des Tractus verlaufen. Am ganzen übrigen Darm ist diese Muskulatur viel mächtiger entwickelt und bildet namentlich auf dem Rectum ein prachtvolles, sehr engmaschiges Netz. Zu äusserst liegen auf der ganzen Länge des Darmes in vergleichsweise geringer Ausdehnung die Längsmuskeln, während die Ringmuskulatur darunter angeordnet ist. Zu einem wirklichen Sphinkter gestaltet sich letztere übrigens an keiner Stelle des Darmes, vielmehr sind die Einschnürungen und Ausweitungen desselben in erster Linie durch die Weite der Membran bedingt und verschwinden selbst bei enormer Anfüllung der Gedärme nicht.[1]) Die einzelnen Muskelfasern selbst verbinden sich durch viele Verzweigungen öfters zu förmlichen Platten, wie dies namentlich im Rectum schön hervortritt

Die Eintheilung des gesammten Darmes in die genannten Parthien rechtfertigt sich nicht nur durch die angegebenen Verhältnisse in Betreff der Weite der einzelnen Theile, sondern auch durch den Belag von Verdauungszellen, welche in einer einfachen Schicht direct nach innen von der membrana propria liegen und an den verschiedenen Stellen auch ein verschiedenes Aussehen haben. Im Bereiche des Magens (Taf. VII Fig. 7 v) sind diese Zellen mehr rundlich, von einer Grösse von 0·021

1) Bei Cimex ist nach Landois das Gegentheil der Fall.

bis 0·032 Mm. und zeigen in ihrem Protoplasma ein oder mehrere kleine Körnchen einer stark lichtbrechenden Substanz, welche den mikrochemischen Reactionen zu Folge kein Fett, sondern stickstoffhaltig sind und wohl mit den Pepsinkörnchen höherer Thiere verglichen werden dürfen.[1]) Sie erreichen eine Ausdehnung von 0·002—0·012 Mm. und sind in um so grösserer Zahl in der Zelle enthalten, je kleiner sie sind.

In dem nun folgenden Theile des Dünndarmes (Taf. VII Fig. 7 i) unterscheidet sich das Pflasterepithel nicht wesentlich von dem des Magens, so dass nur die rasch eintretende Verengerung im Gegensatze zur bedeutenden Weite des Magens die Scheidung in die genannten Theile veranlasst und bedingt. Es existirt aber noch eine „poche seconde“ (Taf. VII Fig. 7 p) als Erweiterung des unteren Theiles des Dünndarmes, welche wesentlich anderen Beleg enthält und somit als „zweiter Magen“ aufgefasst werden darf. Die nur 0·015—0·023 Mm. grossen Zellen sind hier dichter aneinander gelagert und in Folge davon polyedrisch. Ihr Protoplasma ist körnig, ohne aber die Pepsinkörnchen zu zeigen; auch tritt der Kern (im Mittel 0·011 Mm. gross) deutlicher hervor, als bei der Verdauungszelle des Magens. Solche Zellen finden sich nun auch noch in dem Reste des Dünndarmes, da, wo derselbe die Nierenschläuche aufnimmt. Im Rectum (Taf. VII Fig. 7 r) hingegen sind sie bedeutend grösser (bis zu 0.048 Mm.) und weisen auch grössere Kerne auf (bis zu 0·023 Mm.) Ausserdem hat dieser Abschnitt des Darmes noch die Eigenthümlichkeit, dass ausser der membrana propria eine starke intima entwickelt ist, welche in ähnlicher Weise wie die häutige Wandung der Speiseröhre sehr derb ist, sich mit Leichtigkeit von dem Stratum der Zellen abheben lässt und in dieser Weise freigelegt ausserordentlich viele feine Runzeln und Falten zeigt, während sie in situ für gewöhnlich ganz glatt ausgespannt erscheint. Sie wird von Wasser nicht benetzt und scheint somit den Darm vor der Einwirkung des Nierensecretes schützen zu sollen.[2]) Ein Analogon

1) Landois, a. a. O. S. 212.

2) Die im Rectum enthaltene gelbe Flüssigkeit reagirt stark sauer.

hat sie in den oberen Partien des Tractus nicht, indem dort die zellige Schicht nach innen von keiner cuticula bekleidet ist. In einzelnen, aber sehr seltenen Fällen konnte ich eine geringe Stelle dieser intima stark braun gefärbt und chitinisirt beobachten, doch vermag ich über die Function dieser abnormen Rectalleiste, welche zwar in das Lumen vorsprang, aber keine constante Form und keinen bestimmten Platz hatte, auch nicht einmal eine Vermuthung zu äussern.

Dufour[1]) spricht übrigens von einer valvula ileo-coecalis, welche unmittelbar vor dem Rectum gelegen sein soll. Ich kann an dieser Stelle keine solche Klappe oder etwas dem Aehnliches entdecken. Dagegen darf mit Recht als eine ganz absonderliche Eigenthümlichkeit des Darmes von Pyrrhocoris das Vorkommen kleiner Bläschen in der Nähe des Rectums, aber noch vor der Einmündung der Malpighi'schen Gefässe bezeichnet werden. Bereits Ramdohr[2]) thut ihrer Erwähnung, doch ohne nähere Angabe. Zur Entschädigung verbreitet sich aber Dufour sehr weitläufig über ihr Vorkommen und sucht seine cordons valvuleux auf diese Erscheinung zurückzuführen. Dabei ist ihm, indem er von ihrem inconstanten Auftreten spricht, der merkwürdige Umstand nicht aufgefallen, dass sich diese Bläschen ausschliesslich beim weiblichen Geschlechte zu finden scheinen. Ich habe nämlich nicht nur an etwa hundert Exemplaren der erwachsenen Thiere dies Verhalten mit Sicherheit constatirt, sondern finde es auch bei jüngeren Individuen ausnahmslos bestätigt. Diese weiblichen Darmanhänge (Taf. VII Fig. 8 af), denn so wird man sie wohl nennen dürfen, variiren an Zahl und Grösse sehr. Es kommen sowohl einzelne und noch dazu kleine, als auch eine grössere Menge (ich fand bis zu 12) derselben vor, ohne dass es mir aber gelungen wäre, irgend eine Regel für ihr Auftreten festzustellen. Dabei sind sie auch durchaus nicht symmetrisch angeordnet. Ihre Grösse wechselt bei erwachsenen Thieren zwischen 0·065 und 0·280 Mm.

---

1) a. a. O. S. 172, ferner Pl. II fig. 21.

2) Ueber die Verdauungswerkzeuge der Insecten. 1811, S. 193. Ich citire nach Dufour, da mir das Original nicht zu Gebote stand.

Sie sind meist ellipsoidisch, doch vereinigen sich auch zuweilen mehrere zu einer unregelmässigen Blase. Ueber ihre Function habe ich nicht recht in's Klare kommen können. Die Muskulatur des Darmes, sowie die membrana propria desselben gehen in ihre Gestaltung ein, so dass sie morphologisch als Ausstülpungen der Darmwand gefasst werden können. Physiologisch fallen sie aber unter die Kategorie der Drüsen, insofern nämlich ein Secret in ihnen abgesondert wird, welches mit dem Mundspeichel einige Aehnlichkeit zu haben scheint. Das secernirende Stratum ist an Dicke sehr verschieden und erreicht oft eine solche Ausdehnung, dass das Lumen fast verschwindet; es lässt aber eine Trennung in Zellen nicht deutlich erkennen. Kerne sind im Gegensatze hierzu immer sehr gut zu sehen und haben eine Grösse von 0·009—0·012 Mm. Eine Intima ist nicht vorhanden.

Es möge hier auch noch die Beschreibung der Malpighischen Gefässe Platz finden (Taf. VII Fig. 7 M). Sie liegen zu beiden Seiten des Darmcanales, in den Fettkörper eingebettet, unmittelbar unter der Rückenwand des Thieres und fallen durch ihre grünliche Färbung sehr in die Augen. An jedem Nierenschlauche, welcher zwei Mündungen besitzt und somit eigentlich aus zwei mit einander verschmolzenen Blindschläuchen besteht, lässt sich eine secernirende und eine ausführende Partie unterscheiden, welche aber ohne scharfe Grenze in einander übergehen. Der erstere Theil (Taf. VII Fig. 9) umfasst etwa vier Fünftel der Gesammtlänge, hat eine Weite von 0·110—0·150 Mm. und besteht aus einer membrana propria und sehr grossen Zellen von 0·060—0·085 Mm. Ausdehnung. Der grünliche Inhalt derselben, welcher dem Schlauche das Colorit ertheilt, zeigt sich, wenn man mit indifferenten Flüssigkeiten untersucht, aus Körnchen von etwa 0·001 Mm. Grösse zusammengesetzt und ist alsdann in lebhafter Molecularbewegung. Bei Wasserzusatz tritt eine heftige Reaction ein, indem der Schlauch platzt und der Inhalt stossweise entleert wird. Hierbei werden die Kerne, welche unter normalen Bedingungen nicht deutlich zu sehen sind, frei und zeigen sich als Bläschen von etwa 0·020 bis 0·030 Mm. mit Kernkörperchen. Zusatz von Essigsäure zu

frischen Schläuchen macht die Kerne durch und durch körnig und undurchsichtig, so dass ihre Membran nicht mehr sichtbar ist. Die einzelnen Zellen sind übrigens keineswegs durch eine Hülle begrenzt, vielmehr scheint sich oft das Protoplasma derselben im Schlauche als ein Continuum vorzufinden, so dass man, weil die grünen Körnchen mehr nach der Mitte hin liegen, dann den Anblick einer die membrana propria bekleidenden hellen Randschicht und eines grünen Inhaltes erhält. Concentrirtes Glycerin hebt aber diesen Unterschied sofort auf und lässt Alles homogen erscheinen. Uebrigens tritt diese farblose Randschicht in den ausführenden Theilen des Schlauches als Zellbeleg auf und stellt hier polyedrische Zellen dar, wie denn überhaupt diese Partien ganz anders gebaut sind, als das secernirende Mittelstück. Es steigt nämlich das Lumen bis zu 0·190 Mm. an, ferner ist der grüne Inhalt völlig verschwunden, und an seiner Stelle finden sich ausser vielem Detritus grosse, freie Kerne, welche offenbar denen der Zellen in dem grünen Theile entsprechen. — Was die anorganischen Bestandtheile im Secrete der Nierenschläuche angeht, so fand ich ausser schön ausgebildeten Quadratoctaëdern von meist 0·006—0·009 Mm. Grösse namentlich im Mittelstücke kleine farblose Stäbchen von etwa 0·010 Mm. Länge oder auch Kreuzchen. In Essigsäure waren sie unlöslich, aber auch in Kalilauge; letzteres Verhalten spricht nicht für ihre Deutung als Harnsäurekrystalle. Die Murexidprobe habe ich ohne Erfolg mehrere Male angestellt.

Die Schläuche münden in den Tractus dicht vor dem Rectum und zwar in zwei blasenförmige Ausbuchtungen des Darmes (Taf. VII Fig. 7 vr), welche sich durch ihre histologische Beschaffenheit als Theile des letzteren und nicht als Erweiterungen der Harnkanäle zu erkennen geben. Es setzt sich nämlich die Darmmuskulatur auf sie fort, auch ist das unter der membrana propria gelegene Pflasterepithel ähnlich dem des Rectums, indem die einzelnen polyedrischen Zellen eine Grösse von 0·036—0·048 Mm. (und ihre Kerne von 0·016 bis 0·019 Mm.) erreichen.

Ich komme nun zu dem interessantesten Anhangsgebilde des Verdauungscanales, zu den Speicheldrüsen (Taf. VII

Fig. 10 S.). Diese liegen in den Seitentheilen des Thorax bis hart an das Abdomen heran, reichen auch wohl noch weiter und sind sowohl unter sich als mit dem Integumente durch Fäden, über deren Natur ich nichts Genaues berichten kann, verbunden. Es ist möglich, dass es einfache Ligamente sind. Schon beim Embryo[1]) sind die Speicheldrüsen bedeutend entwickelt, wie sie denn überhaupt bei den jüngeren Stadien mehr als bei den älteren zu fungiren scheinen. Ihre Länge beträgt bei Erwachsenen etwa 2 Mm. Uebrigens sind ihre vier Hauptlappen keineswegs gleichwerthig, sondern bieten in Bezug auf Function grosse Verschiedenheiten. Allen gemeinsam ist eine membrana propria mit darunter gelegener kräftiger Muskulatur und ebenso ein Wandungsbeleg, dessen Zellen aber sowohl an Grösse als auch an Form sehr variiren. Ihre Länge wechselt zwischen 0·024 und 0·072 Mm., ihre Höhe nur zwischen 0·024 und 0·028 Mm., so dass alle Formen zwischen flachem und hohem Pflasterepithel vertreten sind. Die Kerne sind dem entsprechend mitunter exquisit linsenförmig und erreichen eine Grösse von 0·020—0·036 Mm. Einer der Lappen (Fig. 10 *α*) scheint besonders als Aufbewahrungsort für fertigen Speichel zu dienen; jedenfalls deuten die Reactionen mit Essigsäure, Carmin, Anilinblau u. s. w. auf einen Inhalt hin, welcher nichts Zelliges mehr an sich hat, sondern fast ganz homogen erscheint. Demgemäss fliesst er auch, wenn man die Drüse zerreist, in Gestalt von Fäden aus und erhärtet in Chrommischungen zu einer durchscheinenden Masse. In dem langgestreckten Nachbarlappen (Fig. 10 *δ*) scheint der Zerfall der Speichelzellen vor sich zu gehen, denn es sind noch neben Zelldetritus freie Kerne im Inneren wahrzunehmen. Die übrigen Lappen, welche mehr oder minder deutliche Zellen auch in ihrem Lumen zeigen, betheiligen sich vielleicht an der Secretion weniger. Bei jungen Thieren erscheinen diese Partien im auffallenden Lichte lebhaft weiss gefärbt, während das Reservoir und der Nachbarlappen fast durchsichtig sind. Bemerkenswerth ist übrigens, dass sowohl die ganze Drüse, als auch jeder der Theile

1) Dem einzigen, den ich zergliedern konnte.

für sich stark alkalisch reagirt. Fertigen Speichel habe ich aus der Mundöffnung der Thiere nie hervortreten sehen, wie man dies nach Dufour soll beobachten können.

Im Hilus der Drüse nun, zwischen dem kleinen runden und dem langgestreckten Lappen findet sich der Ursprung der Speichelgänge. Es existirt dort eine stark chitinisirte Papille (Taf. VIII Fig. 11), welche aus der allmälich derber werdenden membrana propria der Drüse hervorgeht. Von ihr laufen zwei Schläuche, welche im Wesentlichen gleich gebaut sind, aus. Beide haben eine membrana propria, ein Epithel einfacher Zellen mit prächtigen Kernen und eine stark chitinisirte Intima, welche von äusserst feinen Poren durchsetzt wird. In der Nähe des Ursprunges verschwinden diese aber zugleich mit dem Epithel, so dass dort die Intima ganz glatt erscheint. Der weitere Gang (Taf. VII Fig. 10 D; Taf. VIII Fig. 12) hat eine Länge von etwa 10 Mm., ist nur wenig gewunden, durch Tracheen am oberen Theile des Magens befestigt und mündet gemeinschaftlich mit dem der anderen Seite auf einer hornigen, eigenthümlich gestalteten Papille aus, welche bei den Mundorganen erwähnt werden soll. Die Totalweite des Ganges beträgt etwa 0·076—0·086 Mm. und an ihr betheiligt sich die Intima mit 0·014—0·019 Mm. Die Zellen des Beleges haben meist zwei Kerne von 0·012—0·026 Mm. und eine Grösse von im Mittel 0·070 Mm., so dass wenig mehr als eine auf die ganze Breite des Ganges kommt. Der engere Schlauch (Taf. VII Fig. 10 C) hat dagegen in dem Anfangstheile seines Verlaufes (von der Drüse ab gerechnet) eine Weite von nur 0·062—0·071 Mm. und einen Chitingang von 0·009—0·012 Mm., auch sind die Zellen meist einkernig. Allmälich jedoch erweitert er sich und nimmt mehr und mehr den Charakter des weiteren Schlauches an, bis er endlich, nachdem er eine Länge von reichlich 25 Mm. erreicht und in vielfachen Windungen den Kopf und Thorax durchzogen hat, blind endet. Ein feiner Faden geht von der membrana propria dieses Endes an die Eiröhren, scheint aber nur zur Befestigung zu dienen.

Soweit die anatomische Beschreibung. Interessant ist nun das Factum, dass auf diese Weise die „bourses salivaires“ von

Dufour ihre scheinbare Selbstständigkeit einbüssen und statt der sechs Mündungen, welche nach der Zeichnung[1]) und Beschreibung dieses Forschers zu erwarten waren, nur zwei in Wirklichkeit existiren. Vergleicht man überhaupt die Dufour-sche Abbildung mit der von mir gelieferten, so fällt die geringe Genauigkeit der ersteren namentlich nach der Richtung hin auf, dass sie die „bourses salivaires" um ein Bedeutendes stärker zeigt, als die beiden unter sich gleichen Ausführungsgänge der eigentlichen Drüsen. Dieselbe Formverschiedenheit findet sich aber, wenn man weiter gehen will, auch bei den meisten der anderen, von Dufour abgehandelten Hemipteren, so dass ich, wenn das Verallgemeinern singulärer Thatsachen nicht etwas so gar Missliches wäre, wohl behaupten möchte, es seien auch in den übrigen Fällen die Speichelsäcke nicht das, wofür Dufour sie ansieht, nämlich Reservoire, sondern einfach blindschlauchartige Verlängerungen der Hauptdrüse selbst. Nach dieser Ansicht würden allerdings die Speichelapparate der Heteropteren um ein Erhebliches an ihrer Complicirtheit einbüssen. Was mich in der Auffassung des Blindschlauches als eines sehr verlängerten Drüsenlappens bestärkt, ist der Umstand, dass ich einige Abnormitäten aufgefunden habe, in welchen deutlich Ansätze zu einer Verzweigung und Drüsenbildung vorliegen (Taf. VIII Fig. 13 a—c.) Zu erklären bliebe allerdings die Intima, deren Vorhandensein auch in den analogen Fällen wohl am meisten die Angabe von zwei Ausführungsgängen veranlasst hat. Dufour zeichnet freilich jeden dieser Schläuche als für sich entspringend und erklärt darum auch die Drüse selbst als aus zweien zusammengesetzt.[2]) Noch weiter geht Anton Dohrn, welcher der Meinung ist,[3]) dass zu irgend

1) Pl. II figg. 19 und 20; a. a. O. S. 253.

2) a. a. O. S. 253. „La glande salivaire est double pour chaque côté; mais les deux corps qui la constituent sont en partie superposés ..."

3) Dissert. inaug. 1865, abgedruckt in der Stettiner Entomologischen Zeitung von 1866, S. 330. Die Untersuchungen betreffen hier die Arten: Catacanthus nigripes und incarnatus und Oncomerus Merianae."

einer Zeit in der fernen Vergangenheit zwei verschiedene Drüsen durch unbekannte Ursachen zu einer gemeinsamen Drüse verbunden wurden und durch Vererbung und Häufung der bezüglichen Bildungen endlich bis zu der völligen Verschmelzung gelangt sind. Aber auch für ihn ist das Factum bestimmend, dass zwei Ausführungsgänge existiren, und so sagt er auch [1]) ausdrücklich: „Die von mir beschriebenen Thiere stimmen darin überein, dass unter den zusammengesetzten Speicheldrüsen ihre Ausführungsgänge liegen, deren einer gewöhnlich erst in vielfachen Windungen die Bauchhöhle durchzieht, ehe er neben dem andern in den Oesophagus mündet. Unter ihnen und mit ihnen theilweise verschlungen findet man die einfachen Speicheldrüsen.“ Nur gesteht er einige Seiten später selbst, dass er noch nicht untersucht habe, ob die Ausführungsgänge in den Oesophagus oder in die Mundhöhle oder in irgend einen der Mundtheile münden, zweifelt aber, offenbar im Vertrauen auf Dufour, nicht im Mindesten daran, dass zwei differente Mündungen vorhanden sind. Die Arbeit von Landois über Cimex hat freilich das Resultat ergeben, dass bei dieser Wanze der getheilte ductus excretorius wirklich in Speiseröhre und Magen endet. [2]) Dafür aber gehört Cimex nicht zu jenen Hemipteren, welche eine sogenannte zusammengesetzte Drüse und eine bourse salivaire besitzen, so dass also hierdurch meine Annahme nicht alterirt wird. M. J. Künckel [3]) endlich beschreibt die Speichelapparate einiger Wanzen und macht seine Angaben mit Bezug auf die Drüse selbst und den weiteren Ausführungsgang derart, dass sie auf Pyrrhocoris genau passen. Von der „branche faible“ aber sagt er, sie steige nach vielen Krümmungen im Thorax und Abdomen zum Kopfe auf, und fährt fort: „mais arrivé au devant de l'oesophage, ce conduit brusquement re-

1) a. a. O. S. 323.

2) a. a. O. S. 215.

3) a. a. O. S. 434. Ich bemerke übrigens, dass ich neben diesem Auszuge in den Comptes rendus die eigentliche Abhandlung nicht habe erhalten können, ja nicht einmal sicher weiss, ob sie überhaupt erschienen ist. Immerhin aber ist der Auszug ein „extrait par l'auteur“ und somit zuverlässig, wenn auch etwas unklar gehalten.

jeté sur le côté passe au-dessous d'une large pièce coriace que mes dissections m'ont fait découvrir et qui joue un grand rôle dans les mouvements des pièces de la bouche ..... Les glandes de la seconde paire, cachées sous les glandes principales, se composent chacune d'un simple tube aveugle, enroulé sur lui-même, aboutissant à l'angle externe de cette pièce coriace qui vient d'être signalée.“ Diese Angaben sind mit den meinigen nicht zu vereinbaren, wenn man nicht annehmen will, dass die branche faible und die glande de la seconde paire an jenem Chitinstücke nicht etwa beide endigen, sondern geradezu dort ineinander übergehen. In der That ist mir überaus häufig der Blindschlauch an einer Stelle zerrissen, wo er durch ein Ligament an eine von der Kopfbedeckung abgehende chitinisirte Lamelle befestigt ist und so hat es mir viele Schwierigkeiten gekostet, den stricten Beweis für den angegebenen Verlauf des Ganges zu führen. Nie aber habe ich den geringsten realen Anhalt dafür gefunden, als existirten in Wirklichkeit sechs Speichelmündungen, sondern bei allen verunglückten Präparaten nur abgerissene Enden der Intima entdecken können.

Aus dieser Discussion der verschiedenartigsten Angaben wird hoffentlich hervorgehen, dass die genaue Untersuchung der Speicheldrüsen bei echten Wanzen und namentlich der Gänge noch ein Desiderat ist.[1]) Auf die Schwierigkeiten, welche sich der Präparation der feinen Canäle inmitten des harten Kopfpanzers entgegenstellen, hat Landois mit Recht hingewiesen. Zur rein anatomischen Zerlegung mit Scheere und Nadel gehört eine bedeutende Geduld, zumal selbst die Anwendung verdünnter Kalilauge oder der Tinction mit Anilinblau u. s. w. wenig hilft. —

3. Die männlichen Geschlechtsorgane.

Die inneren Genitalien weichen in ihrer allgemeinen Anordnung von der bei den Wanzen typischen Form nicht ab. Bei der Eröffnung des Thieres vom Bauche aus sieht man gleich

---

1) Ich habe mich in der Literatur vergebens nach weiteren zuverlässigen Mittheilungen umgesehen.

zu oberst jederseits sieben etwa 2·2 Mm. lange und 0·240 bis 0·280 Mm. breite Hodenschläuche liegen, welche an die Bauchdecken durch Tracheen und vermittels des corpus adiposum angeheftet und unter sich durch eine structurlose Membran, welche sich über die blinden Enden der Schläuche hinzieht, verbunden sind. Diese Aneinanderheftung scheint in der Weise nicht ganz gleichmässig zu sein, als in fast allen Fällen eine Lockerung zwischen den vier äusseren Schläuchen einerseits und den drei inneren andererseits bemerklich wird. Seltener sind die fünf äusseren fester unter sich, als mit den zwei inneren verbunden. Uebrigens lassen sich alle einzeln bis zum Grunde abpräpariren. Hier gehen sie nur wenig verjüngt — nicht, wie Dufour[1]) sagt: „brusquement, comme le pédoncule au calice d'une fleur“ — in das vas deferens über, welches eine Länge von 2—2·5 Mm. erreicht und in diesem seinem oberen Abschnitte bei einer Weite von 0·500—0·600 Mm. mit Recht den Namen einer vesicula seminalis führen darf. Etwas tiefer nach unten nimmt es ein wenig an Umfang ab, schwillt darauf wieder an und geht nun schnell in das eigentliche vas deferens über, dessen Durchmesser am schmalsten Ende nur 0·037—0·040 Mm. beträgt. Nach einer kurzen Strecke münden beide Gänge, nachdem sie zuvor noch das Secret einer paarigen glandula appendicularis aufgenommen, in die oberen seitlichen Partien eines bulbus ejaculatorius von nur 0·600—0·650 Mm. Länge und etwa 0·250 Mm. Breite ein, welcher sich fast plötzlich in einen dünnen ductus ejaculatorius verwandelt.

Was nun die feineren Verhältnisse der beschriebenen Partien betrifft, so bestehen zunächst die Hoden (Taf. VIII Fig. 14 T) aus einer äusserst feinen, durchsichtigen membrana propria, welche auf ihrer Innenseite nicht eben häufige ellipsoidische Kerne von 0·007—0·014 Mm. Länge und 2—5 Mm. Breite angelagert enthält und ausserdem Andeutungen von Protoplasma zeigt. Diese Membran setzt sich auf die Samenblase (Taf. VIII Fig. 14 VS) fort und bildet deren äusserste Schicht. Im Gegensatze zu den Hodenschläuchen ist aber die vesicula semi-

1) a. a. O. S. 294.

nalis ziemlich dickwandig. Die Zellen, welche sie bilden, haben die Form des Pflasterepithels, sind indess nur wenig regelmässig und haben im Allgemeinen eine leicht polyedrische Gestalt (Taf. VIII Fig. 16). Im Mittel messen sie 0·024 Mm., während die deutlichen, granulösen Kerne etwa 0·008 Mm. gross sind. Von einer feinen Muskulatur, wie sie Landois[1]) bei Cimex beschreibt, konnte ich nur hie und da Spuren wahrnehmen. Ohne scharfe Grenze geht nun die Samenblase in den Samenleiter (Taf. VIII Fig. 14 Vd) über, welcher dieselbe Zusammensetzung anfzuweisen hat, mit dem Unterschiede freilich, dass der Zellbeleg regelmässiger angeordnet erscheint und mehr den Charakter des Cylinderepithels (Breite und Höhe etwa 0·012—0·020 Mm., Kerne sehr gross und deutlich) annimmt. Hierdurch gewinnt die Wandung an Dicke (Taf. VIII Fig. 17). Nahe dem unteren Ende mündet die Anhangsdrüse (Taf VIII Fig 14 u. 15 P) ein. Diese, etwa 0·870 bis 1·1 Mm. im Durchmesser haltend, besteht aus einer grossen Anzahl von Drüsenläppchen, von denen jedes eine membrana propria als Fortsetzung von der des Hodens besitzt. Die Wandung ist aus Pflasterepithel gebildet, dessen Zellen 0·005—0·014 Mm. messen und nach Essigsäurezusatz einen Kern zeigen. Im Inneren befinden sich grosse, polyedrische, sehr zartwandige Zellen, welche bei Verletzung der Drüsenwandung auch durch enge Oeffnungen nach aussen sich durchdrängen und sich alsdann abrunden. Ihre Grösse beträgt 0·024—0·036 Mm. Im vas deferens sind sie nicht mehr aufzufinden, platzen also wohl schon in dem weiten Sammelraum der Drüse, welcher deren Mündung vorhergeht. Diese ist dicht am unteren Ende des vas deferens gelegen.

Die bursa ejaculatoria (Taf. VIII Fig. 14 Bj), als unpaare Fortsetzung der paarigen Samenleiter, besitzt wie diese eine Membran mit darunter liegenden polyedrischen Zellen von 0·009—0·012 Mm. Grösse, enthält aber als wesentlich neues Element eine mächtige Schicht quergestreifter Muskelfasern (Taf. VIII Fig. 15 m), welche sich in eine äussere längsver-

---

1) a. a. O. S. 211.

laufende und eine innere ringförmige Lage gesondert zeigen. Von dieser Muskulatur strahlen grosse Züge auf die „Prostata" und auf den Theil der Samenleiter, welcher der genannten Drüse anliegt, zurück und bilden namentlich an den vasa deferentia ein verhältnissmässig kräftiges Stratum. Andererseits endet sie sehr bald unterhalb der bursa, so dass auf dem ductus ejaculatorius (Taf. VIII Fig. 14 Dj) davon keine Spur mehr vorhanden ist. Der letztere hat ausser einer membrana propria und einem Cylinderepithel von 0·017 Mm. Höhe und 0·009 bis 0·011 Mm. Breite (Taf. VIII Fig 18) noch eine Intima, welche aus der bursa hervorkommt, sich aber rasch und bedeutend verengert, so dass sie dem Epithel nicht mehr anliegt. Sie ist stark chitinisirt, bleibt bis zu ihrem Eintritt in die äusseren Genitalien gleich weit, nämlich etwa 0·019 Mm. und trägt auf ihrer Oberfläche ausserordentlich dicht gestellte bläschenartige Ausbuchtungen. Diese erreichen eine Höhe von 0·009 Mm. und finden sich an der bursa erst an deren Ende vor. Mit den Zellen des Belags scheinen sie nicht zu correspondiren.

Der männliche Copulationsapparat ist ein sehr complicirtes Gebilde und soll erst späterhin im Zusammenhange mit der Muskulatur und der Bedeckung des Körpers besprochen werden. Dasselbe gilt von den äusseren weiblichen Genitalien.

Was die Entwickelung der Samenfäden anbetrifft, so habe ich es mir angelegen sein lassen, nachzuforschen, wie weit die Untersuchungen von La Valette, Bütschli, H. Landois und Anderen auf Pyrrhocoris Anwendung finden möchten. Da muss ich nun von vornherein bemerken, dass es mir nicht möglich gewesen ist, mit Sicherheit den Beikern, welcher in den Arbeiten der genannten Forscher eine so grosse Rolle spielt, aufzufinden. An den Zusatzflüssigkeiten kann dies wohl kaum gelegen haben, da ich stets solche anwendete, in denen sich sowohl die reifen Spermatozoen lebendig erhielten, als auch Protoplasmafortsätze, wie sie Bütschli zeichnet,[1]) deutlich

---

1) O. Bütschli, Vorläufige und nähere Mittheilungen über Bau und Entwickelung der Samenfäden bei Insecten und Crustaceen. Zeitschr. f. wiss. Zool. XXI 1871 (S. 402 ff. und 526 ff.) Taf. 40 Fig. 6.)

auftraten und auch amöboide Bewegung nicht ausblieb. Freilich erhielt ich diese letzteren positiven Resultate weder mit künstlichem Jodserum noch mit der von Bütschli angegebenen Flüssigkeit[1]) — diese boten vielmehr nur Quellungserscheinungen und tödteten das Sperma sofort — sondern musste zu nur wenig verdünntem und mit nur wenig Kochsalz versetztem Eiweiss greifen, um nur überhaupt Zellen mit Fortsätzen zu erblicken. Was ich mit Sicherheit erkannt habe, ist nicht viel und etwa Folgendes: Im oberen Drittel der Hodenschläuche sind fast nur Zellen und noch nicht ihre Umbildungen in Fäden wahrzunehmen. Die Hodenkugeln H. Landois' (Keimkugeln nach La Valette) besitzen entgegen der Ansicht Bütschli's[2]) und conform der von La Valette[3]) deutliche Hüllen, welche auch die enorme Streckung bis zur Reife der Samenfäden mitmachen und einen oder mehrere ellipsoidische Kerne von im Mittel 0·002 Mm. Länge und 0·005 Mm. Breite zeigen. Man sieht diese Kerne noch an Hodenkugeln, welche die bedeutende Länge von etwa 0·700 Mm. bei nur 0·030 Mm. Breite erreicht haben. Indessen genügt die geringste Verdünnung der Flüssigkeit, um die deutliche Membran zum Platzen zu bringen. Bei dieser Gelegenheit quellen die in den Hodenkugeln enthaltenen Tochterzellen (Hodenzellen nach H. Landois[4]) grosse Keimzellen nach Bütschli, Bildungszellen nach La Valette) enorm auf, platzen gleichfalls und entlassen in grosser Anzahl Körperchen (Tochterzellen nach Landois, kleine Keimzellen Bütschli's [?], Kerne der Bildungszellen nach La Valette), deren Natur mir nicht deutlich geworden. Mitunter habe ich freilich an den in der Entwickelung begriffenen Samenfäden,

1) a. a. O. S. 404. Sie besteht aus 1 Vol. Eiweiss, 8 Vol. Wasser und 1 Vol. einer 5%igen Kochsalzlösung. La Valette rühmt sie übrigens sehr.

2) a. a. O. S. 408. Tafel 40 Fig 8.

3) v. La Valette St. George, Ueber die Genese der Samenkörper. 3. Mittheilung. Schultze's Archiv Bd. X. Tafel 35, Fig. 19, 20, 46 u. a. m.

4) Entwicklung der büschelförmigen Spermatozoiden bei den Lepidopteren. Dieses Archiv 1866 (S. 50 ff). Tafel 2 Fig. 6.

welche 20 und mehr Knötchen zeigen, nicht nur an der später zum Kopfe werdenden Partie, also in der Anfangszelle, sondern auch an manchen der Anschwellungen kernähnliche Bildungen wahrgenommen, auch stimmen die Grössenverhältnisse dieser Protoplasmaklümpchen — um einen indifferenten Ausdruck zu gebrauchen — mit denen der erwähnten Körperchen überein. Hervorheben möchte ich noch, dass diese Bildungen nicht einfache Verdickungen des Fadens sind, und dass dieser nicht durch sie hindurch, sondern an ihnen entlang läuft (Taf. IX Fig. 20 b.)

4. Die weiblichen Geschlechtsorgane.

Sie weichen im Allgemeinen, wie auch die Hoden, nur wenig von dem Typus ab, indessen zeigt sich an den Anhangsdrüsen manche Eigenthümlichkeit. In der Dufour'schen Arbeit findet sich keine Abbildung, sondern nur eine nicht genaue Beschreibung[1]) des weiblichen Apparates mit der bekannten Verkennung des receptaculum seminis als einer glande sébifique.

Die sieben Eiröhren (Taf. IX Fig. 22 a—g) jederseits sind bis zu ihrer Vereinigung in den Oviduct im Mittel etwa 4·5 Mm. lang. Ihre Structur ist in jeder Weise der gewöhnlichen analog. Der Endfaden jeder Röhre zeigt in seinem Inneren bei frischen Präparaten viele Kerne und lässt auch in seiner Umhüllung solche hervortreten, die sich aber durch ihre Grösse und ellipsoidische Gestalt — 0·020—0·026 Mm. Länge, 0·007—0·009 Mm. Breite — auszeichnen. Auch weiter abwärts am ganzen Verlaufe der Eiröhren bleiben diese Kerne in der äussersten Membran, der Peritonealhülle, nur sind sie bedeutend kleiner, nämlich nur 0·007—0·012 Mm. Der muskulöse Beleg, welcher ihr von innen anliegt, ist nicht immer deutlich, löst sich bei Carminpräparaten leicht gänzlich ab und gewährt den Anschein einer getrennten Schicht. Dass sich die Peritonealhülle zum Rückengefäss fortsetzte, ist mir nicht gelungen nachzuweisen, dagegen fand ich ausser dem schon erwähnten Zusammenhange

1) a. a. O. S. 337.

mit den Speicheldrüsen auch noch ein muskulöses Band, welches zu den Brustganglien sich begiebt. In den Eifächern selbst besteht die Wandung aus einer Cuticula und sehr regelmässig angeordneten Zellen, welche je nach der Lage der Fächer in der Eiröhre kleiner oder grösser sind und, indem sie mit einer Ausdehnung von 0·005—0·007 Mm im obersten Fache beginnen, zu einer solchen von 0·026—0·040 Mm. im untersten Fache gelangen. Ihre Kerne sind meist deutlich und mit Kernkörperchen versehen. Alle Zellen sind mit verschiedener Lebhaftigkeit in der Theilung begriffen, was sich an Carminpräparaten oft nur dadurch zu erkennen giebt, dass zwei dunklere Randpartien der Zelle durch eine mittlere helle Zone von einander geschieden sind (Taf IX Fig. 22.)

Die Oviducte sind mit starken Muskellagen versehen, über welche jedoch die Peritonealhülle hinweggeht. Die Ringsmuskulatur liegt weiter nach aussen als die längsverlaufende, beide sind an den eigentlichen Oviducten und an deren Vereinigung zur Vagina sehr dicht angeordnet, ziehen sich aber in Gestalt eines weitmaschigen Netzes noch weit an den Eiröhren herauf und werden nach oben immer undeutlicher quergestreift.

Die Entwickelung der Eier habe ich nicht verfolgt. Was die reifen Eier anlangt, so liefert Leuckart,[1]) der auf Herold verweist, genaue Angaben, welche ich noch in etwa ergänzen will. Die völlig reifen d. h. die schon gelegten Eier haben eine Länge von etwa einem und eine Breite von etwa 0·6 Mm. Die Membran ist durchaus farblos und durchsichtig und wird von Wasser nur schwer benetzt. Die Zahl der Mikropylen beträgt in der Regel 5, doch habe ich auch 6, 7 und in einem Falle auch 8 gezählt, auch die Abnormität angetroffen, dass der Stellung zufolge 6 hätten vorhanden sein müssen, von denen aber eine fehlte. Es sind einfache trichterförmige, oben und unten offene Aufsätze, deren Höhe im Mittel 0·028 Mm., deren Durchmesser am dickeren Ende etwa 0·017 Mm., deren Lumen aber nur 0·003—0·005 Mm. beträgt. Sie schliessen ein Feld von

---

1) Ueber die Mikropyle und den feineren Bau der Schalenhaut bei den Insecteneiern. Dieses Archiv 1855, S. 141. Taf. 8 Fig. 5.

etwa 0·070 Mm. Durchmesser ein. Alle diese Maasse sind bei Leuckart übrigens erheblich kleiner, auch ist ihm die Täfelung des Chorions entgangen, welche zwar nicht überall gleich deutlich zu Tage tritt, aber doch vorhanden ist. Die einzelnen fünf- oder sechseckigen Felder messen im Mittel 0·040 Mm. und entsprechen demnach an Grösse den Zellen des letzten Eifaches. Einen Stiel zur Befestigung des Eies (?) habe ich nur selten beobachtet; seine Stellung ist durchaus inconstant, meist in der Längsrichtung, zuweilen zwischen den Mikropylen. In einem Falle fand ich zwei derartige hohle Stiele ausgebildet, welche nahe bei einander standen, und ein anderes Mal waren sie einander beinahe entgegengesetzt.

Die Anhangsdrüsen der weiblichen Genitalien vergleicht Dufour ganz richtig mit einer „fraise élégante d'une teinte jaunâtre,“ ohne aber Näheres über Function und Structur beizubringen. In Bezug auf den ersteren Punkt vermuthe ich nur, dass das Secret, ein gelbes fettes Oel, zur Verringerung der Friction dienen möge, welche die Stützstücke der männlichen und weiblichen Genitalien bei der Begattung erleiden. Den anatomischen Bau kann ich aber folgendermassen auseinandersetzen. Jede der paarigen Drüsen (Taf. IX Fig. 23), welche schon innerhalb des Bereiches der äusseren Genitalien münden, ist im Mittel 1·2 Mm. lang und an der weitesten Stelle 0·8 Mm. breit. Sie gehört zur Kategorie der fingerförmigen Drüsen und ist Oelbehälter und Absonderungsorgan zugleich. Die von einer Cuticula bedeckten Secretionszellen (Taf. IX Fig. 25) in Gestalt von Cylinderepithel haben eine Höhe von 0·020—0·024 Mm. bei einer Breite von etwa 0·012 Mm. und zeigen linsenförmige, kleine Kerne. Die Intima (Taf. IX Fig. 24) besteht aus dickem Chitin, welches aber nur durch das Oel gelbe Färbung erhält, ist undeutlich gefeldert und trägt inmitten eines jeden Feldes einen niedrigen Tubus von nur 0·003 Mm. Höhe aufgesetzt, welcher aus der ihm zugehörigen Zelle das Oel direct ableitet.[1])

1) Aehnliche Verhältnisse schildert Leydig (zur feineren Anatomie der Insecten in Müller's Archiv für 1859) bei Eristalis tenax und Locusta viridissima.

Viel complicirter ist das receptaculum seminis (Taf. IX Fig. 26 R) gebaut, welches bei Pyrrhocoris nur in der Einzahl vorkommt. Das eigentliche Behältniss, dessen Länge etwa 0·250 Mm. bei einer Breite von etwa 0·210 Mm. beträgt, ist im Allgemeinen ellisoidisch mit ausserordentlich dicken Wandungen ausgestattet, welche eine concentrische Schichtung zeigen, und trägt auf der Seite, welche dem Ausführungsgange abgewendet ist, eine grosse Anzahl flaschenförmiger Röhren, welche das Secret je einer Zelle in das receptaculum abführen.[1]) Jedes Röhrchen (Taf. IX Fig. 27) erweitert sich nach seinem blinden Ende hin und ragt auf der anderen Seite, nachdem es die dicke Wandung des Samenbehälters durchsetzt, noch ziemlich weit in dessen Lumen hinab, um mit einer kleinen knopfförmigen Anschwellung zu endigen. Die Länge nach aussen vom Receptaculum beträgt etwa 0·040 Mm.; dabei stehen die Röhrchen so dicht zusammen, dass der Zwischenraum zwischen je zweien meist nur 0·010 Mm. beträgt. Die von einer Cuticula eingehüllten Secretionszellen sind etwa 0·070 Mm. hoch und 0·20 Mm. breit, mit Kernen von 0·012 Mm. versehen. Das Lumen des Behälters wird durch eine Einstülpung des chitinisirten Theiles des Ausführungsganges wesentlich verengt und in Folge davon nierenförmig. Nicht weit davon zeigt sich der Gang von einer Glocke aus Chitin rings umgeben, deren Oeffnung von dem receptaculum seminis abgewendet ist (Taf. IX Fig. 26 c). An ihren Umkreis inseriren sich eine Anzahl schmaler Muskelbündel, welche zum mittleren Umfange des Behälters aufsteigen und durch ihre Contraction vielleicht eine Vermehrung der eingestülpten Partie des Ganges, also eine Herauspressung des Samens bewirken. Gegen diese Deutung scheint mir aber der Umstand zu sprechen, dass sämmtliche in Frage kommende Theile aus Chitin bestehen, also wohl nicht elastisch genug sind. Was den Gang (Taf. IX Fig 26 ds) angeht, welcher sich seinem Baue nach als der verengerte Theil des Behälters auffassen lässt, so ist er Sförmig gebogen; seine Intima besitzt Wandungen von etwa 0·05 Mm.

---

1) Ein Analogon giebt Leydig, a. a. O. S. 89 für Syromastes marginatus an.

Dicke und ein Lumen von 0·025 Mm. Weite. Die umgebenden Zellen sind etwa 0·029 Mm. hoch und 0·017 Mm. breit und zeigen Kerne von 0·008 Mm. Grösse. Dieses Cylinderepithel endet auf der einen Seite des Ganges erst unmittelbar unter der Glocke und geht am andern Ende, wo die Intima sich erweitert, in ein den von ihr gebildeten Sack bekleidendes Pflasterepithel über. Die Cuticula fehlt nicht, dagegen ist von einer den Gang oder das Receptaculum direct umgebenden Muskulatur nichts zu erblicken.

Ich bemerke noch, dass Siebold[1]) nur ganz allgemein gehaltene Angaben über den Samenbehälter von Pyrrhocoris gemacht hat, ohne irgendwie auf Einzelheiten einzugehen.

(Fortsetzung folgt.)

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VII.

Fig. 1. Rückenpartie eines jungen Thieres vor der letzten Häutung nach Behandlung mit doppeltkohlensaurem Natrium. Vergr. 15.
Vf Stinkreservoire.

Fig. 2. Mittlere Stinkdrüse eines jungen Thieres. Vergr. 50.
Gf Stinkdrüse;
tv Spanner der Blase;
ml seitliche Muskeln;
ma vordere, mp hintere Muskeln der Lippen;
c Secretionszellen.

Fig. 3. Eine Secretionszelle der hinteren Stinkdrüse des jungen Thieres. Halbschematisch. Vergr. 800.
i Intima der Drüse;
cs Secretionszelle;
cp Farbstoffzellen;
v_1 und v_2 Chitinbläschen.

Fig. 4. Theil eines Querschnittes durch den Thorax eines erwachsenen Thieres dicht oberhalb des dritten Beinpaares. Schematisch. Vergr. 50.

---

1) Fernere Beobachtungen über die Spermatozoen der wirbellosen Thiere. Dieses Archiv 1837 S. 412.

m Mediane des Körpers;
e entothoracisches Horn;
c Verschlussconus;
Vo Reservoir;
Go Drüse;
do zweitheiliger Oelgang
a Oeffnung des Reservoirs in das Horn.

Fig. 5. Eine Secretionszelle der Stinkdrüse des erwachsenen Thieres. Halbschematisch. Vergr. 800.
cs Secretionszelle;
l flaschenförmige Röhre;
do Oelgang;

Fig. 6. Theil der nach der Mittellinie zu gelegenen Wand des Hornes von Fig. 4 (nicht schematisch). Vergr. 50.
Bedeutung der Buchstaben wie bei Fig. 4.

Fig. 7. Darmcanal eines erwachsenen Thieres. Vergr. 15.
oe Speiseröhre;
v Magen;
i Dünndarm;
p zweiter Magen („poche seconde“);
vr Nierenbecken;
M Malpighi'sche Gefässe;
r Rectum.

Fig. 8. Partie des Darmes eines weiblichen Thieres. Vergr. 30.
af weibliche Anhänge.
Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 7.

Fig. 9. Partie aus dem grünen Theile der Malpighi'schen Gefässe. Vergr. 100.

Fig. 10. Speicheldrüse nebst dem Anfange des Ausführungsganges und dem Blindschlauche. Vergr. 30.
S Drüse im optischen Durchschnitte;
α—δ ihre vier Lappen;
D Ausführungsgang;
C Blindschlauch.

Tafel VIII.

Fig. 11. Papille, von welcher der Blindschlauch und der Ausführungsgang entspringen, von oben und von der Seite gesehen, nach Behandlung mit Kalilauge Optischer Durchschnitt. Vergr. 350.
Bedeutung der Buchstaben wie in Fig. 10.

Fig. 12. Partie des Ausführungsganges der Speicheldrüse. Vergr. 100.
i Intima;
c Belagzellen mit Kernen.

Fig. 13 a—c. Abnormitäten des Endes vom Blindschlauche C der Fig. 10. Vergr. 50.

Fig. 13 d. Abnormität des Ausführungsganges D der Fig. 10. Vergr. 50.

Fig. 14. Innere männliche Genitalien. Verg. 15. Links ist vorwiegend die Muskulatur und die Hülle der Schläuche gezeichnet, rechts sind sie zum Theile durchscheinend gedacht, zum Theile nur skizzirt.

T Hodenschläuche;
VS Samenblase;
Vd Samenleiter;
P (Prostata) Anhangsdrüse;
Bj bursa ejaculatoria;
Dj ductus ejaculatorius.

Fig. 15. Optischer Durchschnitt durch die Prostata, einen Theil des vas deferens und der bursa ejaculatoria. Vergr. 50.

m Muskulatur.
Uebrige Buchstaben wie in Fig. 14.

Fig. 16. Zellbelag von der vesicula seminalis. Vergr. 200.

Fig. 17. Optischer Durchschnitt durch das vas deferens nahe der Einmündung der Prostata. Vergr. 200.

Fig. 18. Zellbelag von dem ductus ejaculatorius. Vergr. 200.

Tafel IX.

Fig. 19. Keimzellen aus der oberen Partie des Hodens. Vergr. 150. Carminpräparat. Die Wandung der Hodenkugel ist geplatzt. Die Zellen sind homogen und blass gefärbt, die Kerne dunkler.

Fig. 20 a. Ein noch in der Entwicklung begriffener Samenfaden. Vergr. 200.

Fig. 20 b. Ein Theil desselben. Vergr. 450.

Fig. 21. Hälfte der inneren weiblichen Genitalien. Halbschematisch. Vergr. 15.

V Vagina;
Od Oviducte (Tuben);
a—c drei Eiröhren, bei denen die Muskulatur gezeichnet ist;
e—g drei Eiröhren im optischen Durchschnitt.

Fig. 22. Zellbelag des Eifaches. Vergr. 200. Carminpräparat.

Fig. 23. Oeldrüse des weiblichen Thieres. Optischer Querschnitt. Vergr. 50.

I Intima;
c Secretionszellen.

Fig. 24. Intima der Drüse von Fig. 23 nach Behandlung mit Kalilauge. Vergr. 300.

t Tubus.

Fig. 25. Belag der Drüse von Fig. 23. Vergr. 300. Die Zellen sind durch leichten Druck etwas auseinandergewichen. Die Tuben schimmern durch.

Fig. 26. Receptaculum seminis mit Gang und Muskulatur. Vergr. 50. Optischer Querschnitt.

R Receptaculum seminis mit seinem Zellbelage;
m Muskulatur;
c Glocke;
ds Ausführungsgang.

Fig. 27. Eine Zelle des Receptaculum von Fig. 26. Vergr. 800. Halbschematisch.

m Membran des Receptaculum;
li innerhalb,
ls ausserhalb des Behälters befindlicher Theil des Röhrchens.

Ein Beitrag zur Kenntniss des Stoffwechsels, insbesondere der Respiration bei den Insecten.

Von

O. Bütschli.

Im Jahre 1873 bot sich mir die Gelegenheit in dem, unter Leitung des Herrn Dr. A. Emmerling stehenden, Laboratorium des landwirthsch. Generalvereins zu Kiel eine Reihe von Untersuchungen über die Respiration eines Insects anzustellen, die, wenn auch noch vieles zu wünschen übrig bleibt, dennoch einiges Interesse beanspruchen dürften, und durch welche auf gewisse Verhältnisse des Stoffwechsels bei den wirbellosen Thieren ein eigenthümliches Licht geworfen wird. Wenn daher auch meine Versuche, deren Resultate ich in den folgenden Zeilen mitzutheilen gedenke, weit davon entfernt sind, die sich bei diesem Gegenstand erhebenden Fragen in befriedigender Weise zu lösen, wie dies auch überhaupt einem Neuling auf diesem Gebiet nur schwer gelingen dürfte, so hoffe ich doch, dass sie vielleicht befähigtere Kräfte veranlassen werden, dieses noch sehr vernachlässigte Gebiet zu bebauen.

Vorerst hatte ich mir nur die Aufgabe gestellt die Respirationsproducte der Insecten einer näheren Untersuchung zu unterwerfen und zwar in ähnlicher Weise, wie dies durch den

bekannten Respirationsapparat von Voit und Pettenkofer geschieht, durch Ermittelung der exspirirten Kohlensäure- und Wasser-Mengen, wobei sich ja unter Berücksichtigung der Gewichtsverhältnisse der athmenden Thiere die aufgenommene Sauerstoffmenge gleichzeitig ergiebt.

Als Versuchsthiere standen mir wegen verschiedener ungünstiger Verhältnisse des vorjährigen Sommers in grösserer Menge nur die bekannten Schaben (Blatta orientalis) zur Verfügung, die man sich leicht in einer ausreichenden Menge zu verschaffen im Stande ist.

Ich übergehe hier die früher gemachten Versuche über die Respiration der Insecten, die sämmtlich auf zu ungenauen Methoden basiren, als dass sie ernstlich in Erwägung zu ziehen sein dürften, und wende mich sogleich dazu mit wenigen Worten den von mir zu meinen Versuchen benutzten Apparat zu beschreiben.

Derselbe bestand erstlich aus einem System von Röhren und Flaschen, mittels welcher die durch den Apparat streichende Luft vollständig von Kohlensäure und Wasser befreit wurde; zu diesem Zweck wurde Schwefelsäure, Chlorcalcium, Kali und Natronkalk in Anwendung gebracht. Am Ende dieses Systems war noch ein wägbares z. Theil mit Kali, z. Th. mit Chlorcalcium gefülltes Rohr angebracht, das dazu diente, eine Controle darüber zu führen, ob der luftreinigende Apparat seiner Bestimmung genüge. Auf dieses Rohr folgte zunächst ein kleines Kölbchen, das etwas Wasser enthielt und worin die den Apparat durchstreichende Luft wieder etwas Wasser aufnahm, bevor sie zu den in dem nächsten Abschnitt befindlichen Versuchsthieren trat.

Die Thiere selbst befanden sich ursprünglich in einem nicht zu grossen, etwa ½ Liter fassenden Pulverglas, in dessen dreifach durchbohrtem Kautschukpfropf auch ein Thermometer eingelassen war. Späterhin erhielten die Thiere ihren Aufenthalt in besonders zu diesem Zweck verfertigten Gläsern, deren grosse Bodenfläche ihnen einen ziemlichen Spielraum zu ihren Bewegungen liess, während die sehr geringe Höhe den schädlichen Luftraum möglichst einschränkt. Dennoch dürfte

es sich bei künftigen Versuchen empfehlen, diesen schädlichen Raum womöglich noch mehr zu verringern, etwa dadurch dass man die Thiere in einem Glasrohr sich aufhalten lässt. Es ist dies jedenfalls erforderlich, wenn man einen Werth darauf legt, die täglich abgegebenen Kohlensäuremengen mit möglichster Genauigkeit zu erhalten.

Auf diesen Theil des Apparates folgten nun die Vorrichtungen für die Absorption der ausgeathmeten Kohlensäure und des Wassers, bestehend anfänglich in 2 Chlorcalcium-, späterhin 2 Schwefelsäure-Röhren, ferner zur Absorption der Kohlensäure zwei Kaliapparaten, in der Weise hergerichtet, wie sie zur Elementaranalyse gebraucht werden, und schliesslich noch 1 Chlorcalcium- und 1 Schwefelsäure-Rohr zur Aufnahme des aus dem Kaliapparate abgedunsteten Wassers. Die Circulation der Luft durch den Apparat geschah mit Hülfe einer Bunsen'schen Wasserluftpumpe und wurde durch einen Regulator und vermittelst Anwendung von Klemmschrauben so geleitet, dass etwa jede Secunde eine Luftblase durch die Kugeln der Kaliapparate strich.

Die Wägung der beiden Kaliapparate und der darauf folgenden Wasserabsorptionsröhren geschah gewöhnlich täglich, so dass also hierdurch die Menge der in 24 Stunden exspirirten Kohlensäure jeweils bestimmt wurde; da jedoch der schädliche Raum innerhalb des Gefässes für die Thiere ein ziemlich grosser war und die ganz gleichmässige Regulation des circulirenden Luftstroms schon wegen des variirenden Wasserdrucks nicht durchzuführen war, so sind die Werthe für die 24stündigen Kohlensäuremengen immerhin mit einiger Reserve aufzufassen und erklären sich aus diesem Umstand wohl manche eigenthümlichen Schwankungen in der täglichen Kohlensäureproduction hinreichend.

Um den Einfluss der Temperatur kennen zu lernen, wurde die Flasche mit den Thieren in ein Wasserbad gesetzt, das durch eine der bekannten Regulationsvorrichtungen auf einer annähernd gleichen Temperatur erhalten wurde. Die Versuche bei niederen Temperaturen wurden im ungeheizten Zimmer zur Winterzeit angestellt.

Da die geringen Mengen aller hier zur Sprache kommenden Respirationsproducte es nothwendig machten, dass eine Anzahl Thiere gleichzeitig dem Versuch unterworfen wurden und da sich Fütterungsversuche nicht gut anstellen liessen und auch vorerst nicht in meiner Absicht lagen, so machte sich hie und da ein Uebelstand geltend — nämlich das Absterben des einen oder andern der Versuchsthiere — ein Uebelstand, der namentlich bei den Versuchen in höherer Temperatur misslich wurde. Ich verfuhr dann so, dass ich während der täglichen Unterbrechung zur Wägung das todte Thier schnell und vorsichtig entfernte und sein Gewicht sogleich bestimmte und späterhin in Rechnung zog. Unangenehmer und störender für die Versuche wurde dieser Umstand noch dadurch, dass die Leichname von den überlebenden Thieren angefressen wurden, ein Missstand, dem namentlich, wenn derselbe sich während der Nacht ereignete, nicht vorzubeugen war.

Während, wie gesagt, die Bestimmung der Kohlensäure alle 24 Stunden geschah, wurde hingegen die Wasserbestimmung nur am Ende des Versuches vorgenommen. Es war dies schon deshalb nothwendig, weil eine vollständige Bestimmung des Wassers auch den Schluss der Versuchsreihe verlangte; es setzte sich nämlich eine ziemliche Menge Wasser an den Wänden des Gefässes, in welchem sich die Thiere befanden, ab und liess sich nur durch Anwendung höherer Temperatur und einen etwas stärkeren Luftstrom aus der Flasche nach Beendigung des Versuches austreiben. Ich verwandte viel Mühe auf diese Bestimmung des Wassers, dennoch gelang es längere Zeit nicht, sämmtliches Wasser zu erhalten, und erst bei späteren Versuchen liess sich dies in der gewünschten Weise erreichen.

Zu den Versuchen wurden womöglich nur kräftige und ausgewachsene Thiere ausgesucht, gefüttert wurden dieselben vor den Versuchen mit Kleie und Zucker oder einem Gemisch von Eiweiss und Zucker.

Ich wende mich nun zur Beschreibung der Resultate der einzelnen Versuche und den Folgerungen, die sich aus den-

selben ziehen lassen, indem ich mit den bei den niedrigsten Temperaturen gemachten Versuchen beginnen.

Tabelle I. Angewandtes Lebendgewicht: 7·8815.

Datum.	Temperatur.	In je 24 Std. exsp. Kohlens.	Auf 1000 Gr. Thiere Kohlens. in 1 Std.	Gesammtmg. der exsp. Kohlensäure.	Lebendgew. nach dem Versuch.	Gewichtsabnahme.	exspirirtes Wasser.	Aufgenomm. Sauerstoff.
1873	° C.							
30/12	12—1			0·1920	7·4645	0·4170	0·6588	0·4338
31/12	1—4	0·0130	0·0687					
1874								
1/1	3	0·0099	0·0523					
2/1	3—5	0·0132	0·0676					
3/1	5—10	0·0136	0·0742					
4/1	6	0·0200	0·107					
5/1	5	0·0087	0·047					
6/1	4—9	0·0171	0·0876					
7/1	6—8	0·0174	0·0910					
8/1	5	0·0167	0·0869					
9/1	3—7	0·0162	0·0856					
10/1	5—7	0·0183	0·0981					
11/1	5	0·0188	0·0935					

Die Temperaturen sind bei diesem und den folgenden Versuchen, die meist bei höherer Temperatur angestellt wurden, im Laufe des Tages gemessen. Während der Nacht fiel natürlich die Temperatur beträchtlich, da es jedoch bei diesen Versuchen vorerst auf absolute Temperaturbestimmungen nicht ankommen kann, so begnügte ich mich mit dieser ungefähren Feststellung der Temperaturverhältnisse. Die so sehr geringe 24stündige Kohlensäuremenge vom 31. December auf den 1. Januar lässt sich wohl durch die sehr niedere Temperatur, die damals ihr Minimum während der gesammten Versuchsdauer erreicht hatte, erklären; dagegen bleibt mir die noch niedrigere 24stündige Kohlensäuremenge vom 4—5. Januar unerklärlich. Bei der niederen Temperatur, die während dieses ganzen Versuches herrschte, verharrten die sonst so lebhaften Thiere in einem fast regungslosen Zustand.

Gleichzeitig mit diesem Versuch Nr. 1. wurde ein andrer unternommen, der vom 30. Dec. bis zum 12. Januar dauerte,

bei dem jedoch nur die Gesammtmenge der producirten Kohlensäure bestimmt wurde. Derselbe lieferte folgende Ergebnisse:

Tabelle II.

Lebendgewicht v. d. Versuch	7·6405
Lebendgewicht n. d. Versuch	7·2295
Exspirirte Kohlensäure	0·2824
Exspirirtes Wasser	0·6700
Aufgenommener Sauerstoff	0.5414
Auf 1000 Gr. Thiere in 1 Stunde Kohlensäure	0·121

Versuchsdauer 13 Tage; durchschnittliche Temperatur 3°C.

Warum bei diesem Versuch II. die exspirirte Kohlensäuremenge trotzdem, dass das ursprüngliche Lebendgewicht noch etwas kleiner war als bei dem Versuch I., dennoch beträchtlich grösser ist, als bei dem letzteren Versuch, erklärt sich zum Theil wohl daraus, dass zu Versuch II. jüngere, kleinere Thiere verwendet worden waren.

Tabelle III. Angewandtes Lebendgewicht: 6·7555 (Zahl der Thiere 18).

Datum.	Temperatur.	In je 24 Std. exsp. Kohlens.	Athmendes Lebendgew.	Auf 1000 Gr. Thiere Kohlens. i. 1 Std.	Gesammtm. der exspir. Kohlensäure.	Lebendgew. nach dem Versuch.	Gewichtsabnahme.	Exspirirtes Wasser.	Aufgenom. Sauerstoff.
1873	Grad.								
6/5	15		6·7555		0·5060	6·4279	0·3276	0·2795	04·58
7/5	15	0·0920	6·6959	0.545					
8/5	15	0·0457	0·6663	0·297					
9/	15—17	0·0632	6·4773	0·382					
10/5	16	0·0545	6·4420	0.306					
11/5	15	0·0350	6·2618	0·290					
12/5	15	0·0470	5.7699	0·273					
13/5	14—20	0·0390	5·4942	0·291					
14/5	15—16	0·0415	5·4673	0·305					
15/5	14	0·0240	5·4518	0·187					
16/5	15	0·0295	5·4327	0·221					
17/5	13	0·0187	4·7066	0·164					
18/5	1	0·0168		0 155					

In der tabellarischen Uebersicht dieses Versuchs ist noch eine weitere Rubrik mit der Bezeichnung „athmendes Lebendgewicht“ aufgeführt; es ist nämlich zu einer Vergleichung der täglichen Kohlensäuremengen während einer längeren Versuchsdauer nothwendig die thatsächlich erhaltenen Co_2-Mengen auf das jeweils athmende Gewicht zu reduciren, das ja einmal durch den Hungerzustand der Thiere sich beständig verändert, dann jedoch auch durch die eintretenden Todesfälle verändert wird. Um die durch den Hungerzustand allein hervorgebrachte Gewichtsabnahme berücksichtigen zu können, wurde zu Ende des Versuches festgestellt, welche Gewichtsabnahme 1 Theil der exspirirten Kohlensäure entspreche und hiernach die tägliche Gewichtsabnahme berechnet. Die gestorbenen Thiere wurden einfach in Abzug gebracht. Aehnlich wurde auch bei allen noch folgenden Versuchen verfahren.

Kleine Schwankungen und Unregelmässigkeiten in der täglichen Kohlensäuremenge erklären sich auch theilweise dadurch, dass es, wie früher erwähnt, den Thieren hie und da gelang, ihre verstorbenen Gefährten anzufressen.

Tabelle IV a. Angewandtes Lebendgewicht 5·5205 (13 Thiere).

Datum.	Temperatur am Tage.	In je 24 Std. exsp. Kohlens.	Athmendes Lebendgew.	Auf 1000 Gr. Thiere Kohlens. i. 1 Std.	Gesammtm. der exspir. Kohlensäure.	Lebendgew. nach dem Versuch.	Gewichtsabnahme.	Exspirirtes Wasser.	Sauerstoffaufnahme.
1873	Grad.								
5/6	bis 26		5·5205		0·5485	4 9250	0·5955	0·5710	0·5240
6/6	bis 26	0·0843	5·4290	0·571					
7/6	bis 26	0·0800	5 3421	0 567					
8/6	bis 21	0·0420	5·2965	0·393					
9/6	bis 20	0·0455	4·5776	0·309					
10/6	bis 22	0·0322	4 4137	0·293					
11/6	bis 24	0·0410	4·3692	0·404					
12/6	bis 26	0·0447	4·3206	0·487					
13/6	bis 21	0·0453	4·2714	0·441					
14/6	bis 24	0 0398	3·9271	0·396					
15/6	bis 24	0·0495	3·677	0·463					
16/6	bis 25	0·0442		0,481					

Zu den Versuchen IVa. und IVb. sowohl, als zu Va. und Vb., von welchen jedesmal a bei gewöhnlicher, b hingegen bei künstlich erhöhter Temperatur angestellt wurden, wurden Thiere von möglichst gleicher Beschaffenheit, von demselben Fundort und Fang genommen, da es sich dabei darum handelte, den Einfluss der Temperatur zu studiren.

Tabelle Va. Lebendgewicht vor dem Versuch: 7·9185 (14 Thiere).

Datum.	Temperatur.	In je 24 Std. exsp. Kohlens.	Athmendes Lebendgew.	Auf 1000 Gr. Thiere exsp. Kohls. i. 1 Std.	Gesammtm. der exspir. Kohlensäure.	Lebendgew. nach dem Versuch.	Gewichts-abnahme.	Exspirirtes Wasser.
1873	Gegen Abd. durchschnittlich 25–26°C.							
2/7			7·9185		0·4399	7·1289	0·7916	0·3362
3/7		0·1262	7·6914	0·678				
4/7		0·1197	5·7855	0·642				
5/7		0·0715	4·8547	0·509				
6/7		0·0518	3.9695	0·453				
7/7		0·0385	2·8937	0·406				
8/7		0·0322		0·472				

Tabelle IVb. Lebendgewicht nach dem Versuch: 4·9195 (12 Thiere).

Datum.	Temperatur.	In je 24 Std. exspirirte Kohlensäure.	Athmendes Lebendgew.	Auf 1000 Gr. Thiere i. 1 Std. Kohlensäure.	Gesammtm. der exspir. Kohlensäure.	Lebendgew. nach dem Versuch.	Gewichts-abnahme.	Exspirirtes Wasser.
1873	Grad.							
5/6	32		4·9195		1·0330	3·1707	1·7488	0·4562
6/6	32	0·1585	4·6512	1·402				
7/6	32	0·1680	4·3668	1·445				
8/6	32	0·1776	3·9041	2·008				
9/6	32	0·0864	3·4641	0·7975				
10/6	32	0·0677	3·3495	0·782				
11/6	32	0·0643	3·0706	0·8726				
12/6	32	0·0540	2·9792	0 8276				
13/6	32	0·0535	2·8887	0·756				
14/6	32	0·0645	2·7796	0·9604				
15/6	35	0·0585	2·6801	0·6432				
16/6	35	0 0800		1·231				

Tabelle Vb. Lebendgewicht vor dem Versuch: 6·4475 (15 Thiere).

Datum.	Temperatur.	In je 24 Std. exsp. Kohlens.	Athmendes Lebendgew.	Auf 1000 Gr. Thiere exspir. Kohls. i. 1 Std.	Gesammtm. der exsp. Kohlensäure.	Lebendgew. nach dem Versuch.	Gewichts-abnahme.	Exspirirtes H_2O.
1873	Grad.							
2/7	31		6·4475		0·3720	5·1205	1·3270	0·3667
3/7	31	0·1540	4·0692	1·016				
4/7	31	0·1125	2·9829	1·14				
5/7	31	0·0550	2·1517	0·778				
6/7	31	0·2885	1·5860	0·563				
7/7	31	0·220		0·578				

Tabelle VI. (20 Thiere).

Lebendgewicht vor dem Versuch . .	11·9208
do. nach „ „ . . .	10·3862
Gewichtsabnahme	1·5346
Exspirirte Kohlensäure	0·9364
Temperatur	25° C.
Dauer des Versuchs	144 Std.
1000 Gr. Thiere exspirirten stündlich	0·583 CO_2

Versuch VI. wurde aus später zu erörternden Gründen in der Absicht angestellt, bei einem ununterbrochenen Gang des Apparates eine möglichst genaue Uebersicht der Gesammtrespirationsproducte zu gewinnen. Leider missglückte der Versuch am Ende als die Bestimmung des in der Flasche, die als Aufenthaltsort der Thiere diente, zurückgebliebenen Wassers vorgenommen werden sollte dadurch, dass die Flasche sprang.

In der folgenden Tabelle sind die stündlich von 1000 Gr. Thieren exspirirten Kohlensäuremengen übersichtlich zusammengestellt worden mit gleichzeitiger Angabe der ungefähren Tagestemperatur während jedes einzelnen Versuches.

Tabelle VII. 1000 Gr. Thiere geben CO_2 in 1 Std.

Tagestemp. 4° durchschn. I.	dito. II.	Tagestemp. 15° durchschnittlich. III.	Tagestemp. 20—26° IV a.	Künstlich 25° constant. VI.	Abends 25—26° Va.	32° die letzten 2 Tage 35° IV b.	31° Vb.
0·0687	0·121	0·545	0·571	0·583	0·678	1·402	1·016
0·0523		0·297	0·567		0·642	1·445	1.14
0·0676		0·382	0·393		0·509	2·008	0·778
0·0742		0·306	0·309		0·453	0·7975	0·563
0·107		0·290	0·293		0·406	0·782	0.578
0·047		0·273	0·404		0·472	0·8726	
0 0876		0·291	0.487			0 8276	
0·0910		0·305	0·441			0·756	
0·0869		0·187	0·396			0.9604	
0·0856		0·221	0·463			0·6432	
0·0981		0·164	0·481			1·231	
0·0935		0·155					

Durchschnittsmengen der auf 1000 Gr. Thiere in 1 Stunde während der ersten 5 Tage eines jeden Versuches entwickelten Kohlensäure.

I.	II[1])	III.	IVa.	Va.	VI[1]).	Vb.	IVb.
0·0739	0·121	0·364	0·426	0·537	0·583	0·815	1·286

Bei Betrachtung dieser Tabellen möchte ich zuerst hervorheben, was auch bei der Betrachtung der einzelnen Versuchsreihen schon theilweis hervortrat, nämlich das plötzliche und ziemlich bedeutende Sinken der Kohlensäureproduction, welches in mehreren der Versuche (III, IVa, IVb und Vb) wenige Tage nach Beginn des Hungerzustandes eintritt. Es ist dies dieselbe Erscheinung, die auch von Voit mehrfach hervorgehoben wurde und im Zusammenhang mit dem Verbrauch der von ihm als circulirendes Eiweiss bezeichneten Körpertheile gebracht wird. Immerhin tritt jedoch diese Erscheinung in meinen Versuchen nicht so deutlich hervor, dass ich darauf

1) Bei II. und VI. sind die Durchschnittsmengen der ganzen Versuchsreihe angegeben, die einmal 13 und das andere Mal 6 Tage dauerte.

einen besonderen Werth legen möchte. Dagegen tritt die mit der Temperatur sich ganz gradatim steigernde Kohlensäureausscheidung deutlich genug hervor. Ich habe zu diesem Zweck unten an der Tabelle die in den ersten 5 Tagen jeder Versuchsreihe stündlich exspirirten Durchschnittsmengen der Kohlensäure nebeneinander dargestellt, woraus sich die allmälige Steigerung der Kohlensäureexspiration mit der Zunahme der Temperatur sehr deutlich ergiebt. Die exspirirte Kohlensäuremenge im Versuch IVb., bei einer Temperatur von 32⁰, ist wenigstens 17 mal so gross als in Versuch I., bei einer Temperatur von durchschnittlich 3⁰. Wir sehen also hieraus, dass bei unseren Thieren die Lebhaftigkeit des Stoffwechsels in directem Verhältniss zu der Temperatur steht und da dies in einem Zwischenraum von 3⁰—32⁰ durchschnittlich der Fall ist, so dürfte diese Regel für sämmtliche Temperaturen gültig sein, die unsere Thiere ohne Beeinträchtigung ihrer Lebensfähigkeit zu ertragen im Stande sind. Es dürfte wohl nicht zu gewagt erscheinen, diese Regelmässigkeit für die sogenannten kaltblütigen Thiere überhaupt gelten zu lassen.

Bei den warmblütigen Thieren sind die Verhältnisse ganz anders geworden, indem hier die Lebensfähigkeit des Organismus zwischen sehr eng zusammengerückte Temperaturgrenzen gesetzt ist und die Einrichtungen desselben so getroffen sind, dass er dahin strebt, diese ihm zusagende Temperatur stets zu erhalten und bei einem Entgegenwirken von äusseren Einflüssen eine etwaige Veränderung wieder auszugleichen.

Hier ruft bekanntlich eine Herabminderung der Temperatur eine energischere Kohlensäureausathmung hervor.

Eine Herabminderung der Kohlensäureexspiration in ähnlicher Weise wie bei unseren Thieren findet sich unter den Warmblütern wohl nur während des Winterschlafes, eine Erscheinung, die nur bei wenigen derselben sich zeigt.

Bei einer Vergleichung unserer Thiere mit Warmblütern ergiebt sich, dass die Temperatur, bei welcher sie eine entsprechende Menge Kohlensäure wie der Mensch und der Hund z. B. produciren, eine bedeutend niedrigere ist, als die Körpertemperatur dieser Warmblüter.

Nach Voit und Pettenkofer[1]) geben in 1 Stunde

vom Hund 1000 Gr. (6. Hungertag.) 0·5 CO_2
vom Mensch 1000 Gr. (1. Hungertag.) 0·42 CO_2

Aehnliche Werthe finden wir für 1000 Gr. unserer Thiere in den Versuchsreihen IVa. und Va., bei welchen die Tagestemperatur bis höchstens 26° stieg, in der Nacht und einem Theil des Tages jedoch noch beträchtlich darunter blieb. Bei einer constanten Temperatur von 25° (VI.) haben wir im Durchschnitt für 1 Stunde 0·583 CO_2 (Versuchsdauer 6 Tage), also noch bedeutend mehr als bei Hund und Mensch. Wir dürfen also, wenn wir auch noch den Versuch III. zur Vergleichung heranziehen, sagen, dass unsere Thiere etwa bei 20—22° in den ersten Hungertagen durchschnittlich dieselben Kohlensäuremengen geben wie der Mensch und Hund unter den oben angeführten Verhältnissen.

Man kann hiernach wohl behaupten, dass die Kohlensäureausscheidung unserer Thiere im Allgemeinen eine grössere ist, als die der höheren Wirbelthiere und hieraus auf einen überhaupt lebhafteren Stoffwechsel schliessen.

Was nun die Aufnahme von Sauerstoff bei unseren Thieren betrifft, so sind leider nur wenige der Versuche zur Erörterung dieser Frage zu benutzen, da, wie schon früher bemerkt wurde, sich der genauen Bestimmung des Wassers grosse Schwierigkeiten in den Weg stellten, die vollständig zu heben mir erst bei den letzten Versuchen gelang. Verwerthbar sind in dieser Hinsicht nur die Versuche I., II., III. und IVa. In der folgenden Tabelle sind die bei diesen Versuchen erhaltenen Kohlensäure- und Sauerstoffmengen übersichtlich zusammengestellt.

Tabelle VIII.

	Kohlensäure.	Sauerstoff.
I.	0·192	0·433
II.	0·282	0·541
III.	0·506	0·458
IVa.	0·548	0·524

1) Zeitschrift für Biologie, Bd. 2 S. 522.

Was bei der Betrachtung dieser Werthe sofort auffällt, ist die so beträchtliche Sauerstoffaufnahme bei den Versuchen I. und II., bei welchen der in der exspirirten Kohlensäuremenge wiedererscheinende Sauerstoff nicht mehr als 32·1% und 34·9% beträgt. Nach Voit[1]) sollten bei der Verbrennung von Fett allein 72% des aufgenommenen Sauerstoffs in der CO_2 wiedererscheinen, bei der alleinigen Verbrennung von Fleisch 32%. Wir sehen also, dass die Sauerstoffaufnahme in unserem Fall eine viel bedeutendere ist, als die zum einfachen Verbrennungsprocess erforderliche, eine Erscheinung, die auch schon von Voit und Pettenkofer bei den höheren Thieren und dem Menschen gefunden wurde und die sich nur durch neue Aufspeicherung des Sauerstoffs in irgend einer Gestalt im Innern des Körpers erklären lässt. Immerhin ist jedoch unser Fall im Stande ein besonderes Interesse zu erregen, da ein so bedeutender Ueberschuss in der Sauerstoffaufnahme bis jetzt noch nicht beachtet wurde.

Etwas Aehnliches dürfte sich vielleicht nur beim Winterschlaf der Murmelthiere finden, von welchen es bekannt ist, dass ihr Gewicht trotz der beständigen Abgabe von Wasser und Kohlensäure zwischen zwei Wägungen nicht selten zugenommen hat.

Sehr verändert haben sich die Verhältnisse schon in den Versuchen III. und IVa. (bei III. war die Temperatur durchschnittlich am Tage 15°, bei IVa. 20—26°). Bei III. beträgt der in CO_2 wieder erschienene Sauerstoff 30·34%, bei IVa. 76·13% des überhaupt aufgenommenen Sauerstoffs, so dass wir hier annehmen dürfen, dass sämmtlicher aufgenommener Sauerstoff auch sogleich zur Verbrennung verwandt wird und keine Aufspeicherung mehr stattfindet.

Als das allgemeine Resultat dieser Versuche könnte also bezeichnet werden, dass unsere Thiere bei niederen Temperaturen einen sehr beträchtlichen Theil des eingeathmeten Sauerstoffs aufspeichern, während bei höheren Temperaturen sämmtlicher eingeathmeter Sauerstoff sogleich zur Verbrennung dient.

---

1) Zeitschrift für Biologie, Band 2. S. 518.

Bei den übrigen Versuchen war, wie gesagt, die Wasserbestimmung zu fehlerhaft und der Versuch VI., der besonders zu dem Zweck angestellt wurde, um über die Sauerstoffaufnahme bei höherer Temperatur Aufschluss zn erhalten, scheiterte leider durch Zerspringen der Flasche.

Immerhin bleibt es mehr wie wahrscheinlich, dass sich die Sauerstoffaufnahme bei höheren Temperaturen vielleicht noch etwas verringert.

Frankfurt a./M. Juni 1874.

Einiges über das Chitin.

Von

O. Bütschli.

Bei Gelegenheit einiger Untersuchungen über die Verhältnisse des Stoffwechsels bei den Insecten kam ich darauf, dem schon vielfach besprochenen und untersuchten Chitin, das durch seine weite Verbreitung und seine hochwichtige physiologische Bedeutung für die niedere Thierwelt ein so grosses Interesse beansprucht, einige Beachtung zu schenken. Dieser eigenthümliche Körper ist jedenfalls nicht allein in physiologischer Beziehung von grosser Bedeutung, sondern auch für den Chemiker von Fach ein Gegenstand des Interesses, denn die bis jetzt bekannten Reactionen desselben lassen mit Zuversicht auf eine sehr interessante Zusammensetzung schliessen. Diese Verhältnisse ermuthigen mich, die wenigen Erfahrungen, die ich hinsichtlich dieses Körpers gemacht habe, hier niederzulegen, mit der Hoffnung, dass eine oder die andere derselben einem künftigen Forscher auf diesem Gebiet vielleicht einmal von einigem Nutzen sein möchte, dem es besser als mir gelingen möchte, das Wesen des hier in Frage stehenden Körpers zu ergründen.

Die beiden Hauptumstände, welche dem Chitin sein hohes Interesse verleihen, sind wohl einmal seine nahe Verwandtschaft mit den Kohlehydraten, und dann sein Stickstoffgehalt, der sich nach den bisherigen Erfahrungen leicht in Form von Ammoniak abspalten lassen sollte. In physiologischer Hinsicht verdankt es seine Bedeutung hauptsächlich seiner merkwürdigen Resistenz gegen chemische Angriffe, die mit Ausnahme der der starken Säuren gewöhnlich ohne Erfolg sind.

Das zu meinen Versuchen verwendete Chitin erhielt ich auf dem gewöhnlich zur Reindarstellung dieses Körpers eingeschlagenen Wege aus den Decken einiger Hummer. Zur Entscheidung quantitativer Fragen jedoch begnügte ich mich nicht mit diesem sehr schön rein weissen Product, sondern unterwarf es einer nochmaligen Reinigung mit Säuren und Alkalien in der bekannten Weise. Gleichzeitig jedoch suchte ich auch das von Péligot [1]) vorgeschlagene Reinigungsverfahren in Anwendung zu bringen und erhielt damit sehr hübsche Resultate. Derselbe verwandte nämlich zur Reinigung eine Lösung von übermangansaurem Kali, mit welcher er das Chitin längere Zeit kochte und das hierbei ausgeschiedene Mangansuperoxyd hierauf durch Salzsäure entfernte. Bei diesem Verfahren erhält das Chitin in feuchtem Zustand eine blendend weisse Farbe und Quellungsfähigkeit, nimmt sehr viel Wasser auf und wird weich und bröcklich. In diesem weichen gequollenen Zustand lässt es sich in einer Reibschale zu einem zarten Brei zerreiben, der täuschend Stärkekleister ähnlich sieht. Beim Eintrocknen bildet dieser Kleister jedoch wieder harte, spröde, hornartige Stücke und in dünnen Lagen sehr zarte, jedoch brüchige Membranen. Das mit übermangansaurem Kali gereinigte Chitin bietet noch den Vortheil, dass es sich, wenn auch mit einiger Mühe, pulverisiren lässt.

Zunächst handelte es sich also einmal darum, zu sehen, ob sich das von mir dargestellte Chitin in Bezug auf seinen so wichtigen Stickstoffgehalt mit dem von früheren Bearbeitern verwendeten Material in Uebereinstimmung befand. Die frühe-

---

1) **Péligot**, Compt. rend. t. XLVII. p. 1034.

ren Stickstoffbestimmungen des Chitins von C. Schmidt[1]) und Städler[2]) u. s. w. sind sämmtlich nach der Varrentrapp-Will'schen Methode ausgeführt worden; es frug sich also, ob diese Methode auch hier, wie in so vielen Fällen, ein Minus gegenüber der Dumas'schen zeige.

Städeler fand in seinem Chitin, das als ein sehr reines betrachtet werden musste, 6·14 Stickstoff, etwas weniger wie Schmidt bei seinen umfassenden Untersuchungen über unsern Körper. Meine Untersuchungen nach der Varrentrapp-Will'schen Methode ergaben mir sehr ähnliche Resultate.

1) Das nach der gewöhnlichen Methode zweimal gereinigte Chitin

a. 6·26 % N.
b. 6·309 % N.

2) Das mit übermangans. Kali gereinigte Chitin.

6·4 % N.

Mittels Anwendung der Dumas'schen Methode erhielt ich folgende Resultate:

1) Mit doppelt gereinigtem Chitin:

7·37 % N.

2) Mit übermangans. Kali gereinigtem Chitin:

7·4 % N.

Aus diesen Zahlen ergiebt sich einmal, dass das übermangans. Kali auf das Chitin keinen verändernden Einfluss ausübt, was man immerhin von vornherein nicht ganz in Abrede hätte stellen können; fernerhin aber, dass die V.-Will'sche Methode der Stickstoffbestimmung wirklich etwa 1% zu wenig N anzeigt.

Schmidt hatte bekanntlich schon gefunden, dass sich bei Behandlung des Chitins mit Schwefelsäure Ammoniak bilde, und es haben dies späterhin Städeler und Andere bestätigt. Es ist jedoch meines Wissens bis heute noch nicht der für die Erkenntniss der Zusammensetzung des Chitins so

1) Schmidt, C. Zur vergleichenden Physiologie der wirbellosen Thiere. Braunschweig 1845.

2) Städeler, Ann. der Chemie und Pharmacie, Bd. CXI. S. 12.

wichtige Versuch gemacht worden, die hierbei gebildete Ammoniakmenge quantitativ zu bestimmen.

Städeler macht bei seinen theoretischen Speculationen die stillschweigende Voraussetzung, dass sich der gesammte Stickstoff des Chitins abspalte. Jedenfalls verdiente diese Frage eine genauere Untersuchung.

Zu diesem Zweck verfuhr ich anfänglich so, dass ich eine gewogene Menge des fein zertheilten Chitins mit concentrirter Schwefelsäure befeuchtete und nun einen bis zwei Tage stehen liess, wo dann die ganze Masse zerflossen war und nur wenige Chitinstückchen ungelöst zurückblieben. Diese letzteren wurden, nachdem mit ziemlich viel Wasser verdünnt worden, wobei die Lösung stets klar blieb, auf ein gewognes Filter gebracht und von der angewandten Chitinmenge abgezogen. Es war dies stets so wenig, dass auch eine geringe Veränderung in der Zusammensetzung dieses zurückgebliebenen ungelösten Restes die schliesslichen Resultate nicht wesentlich zu trüben vermocht hätte. In der so erhaltenen, nur sehr wenig bräunlich gefärbten Lösung wurde dann mittels Kali das NH_3 bestimmt. Auf diese Weise erhielt ich dann eine Anzahl Resultate, nach welchen nur etwa ⅓ des Stickstoffs als Ammoniak vorhanden gewesen wäre; da die einzelnen Resultate jedoch unter sich sehr wenig übereinstimmend waren, so musste natürlich vermuthet werden, dass die Zersetzung auf diese Weise keine vollständige sein konnte und dass erst durch Einwirkung der Wärme dieses Ziel zu erreichen sei. Eine ähnlich bereitete Lösung, die im verdünnten Zustand eine Stunde lang gekocht wurde, enthielt schon 4·77% Stickstoff als Ammoniak.

Von drei weiteren Lösungen wurde die erste 4—5 Stunden lang gekocht und ergab

$$5{\cdot}4\ \%\ \mathrm{N\ als\ NH_3};$$

die zweite, 10 Stunden lang gekocht, ergab:

$$5{\cdot}58\ \%\ \mathrm{N\ als\ NH_3};$$

die dritte wurde im zugeschmolzenen Glasrohr 4—5 Stunden lang auf 120°C erhitzt, sie lieferte

$$5{\cdot}53\ \%\ \mathrm{N\ als\ NH_3}.$$

Die drei letzterhaltenen Resultate zeigten schon so viel Uebereinstimmung, dass die Umsetzung jetzt als vollständig betrachtet werden durfte. Ich wollte jedoch auch die Wirkung einer anderen Säure versuchen und gleichzeitig den Versuch etwas abändern. Es wurde daher nun eine gewisse Menge Chitin im zugeschmolzenem Rohr mit concent. Salzsäure auf 110° C. erhitzt und die stark verkohlte Lösung hierauf zur Bestimmung des Ammoniaks mit Baryt sehr anhaltend gekocht. Ein erster Versuch in dieser Art, wobei die Erhitzung im zugeschmolzenen Rohr 2 Tage lang fortgesetzt wurde, ergab:

5·64 % N als NH_3;

ein zweiter Versuch in entsprechender Weise, bei welchem 6 Stunden lang mit Baryt behandelt wurde, ergab:

5·537 % N als NH_3.

Die auf diese Weise erhaltenen Resultate sind demnach mit den durch die Behandlung mit Schwefelsäure erhaltenen in der besten Uebereinstimmung. Das Mittel aus den 5 angeführten Versuchen ergiebt 5·54 % N, der sich also bei der anhaltenden Behandlung mit Säuren in der Hitze vom Chitin als Ammoniak abspaltet.

Der Stickstoffgehalt unseres Chitins ist nach den Bestimmungen mittels der Dumas'schen Methode 7·385 %, unsere 5·54 % sind demnach genau ¾ des in dem Chitin überhaupt enthaltenen Stickstoffes, ¾ von 7·385 % sind nämlich 5·538 %.

Aus diesen Versuchen ergiebt sich also, dass die früher gemachte Annahme, es spalte sich bei der Behandlung des Chitins mit Säuren sämmtlicher Stickstoff als Ammoniak ab, unrichtig ist, sondern dass ¼ des vorhandenen Stickstoffs in irgend einer Form, in der er selbst durch starke Alkalien nicht als Ammoniak ausgetrieben wird, zurückbleibt. Ferner ergiebt sich hieraus, dass die seither geläufige Formel des Chitins nicht richtig sein kann, sondern dass dieselbe vervierfacht werden muss, um dieser Reaction Ausdruck verleihen zu können. Aber auch schon allein der bedeutendere Stickstoffgehalt, der sich durch Anwendung der Dumas'schen Methode ergeben hat, müsste Veranlassung geben, die seitherige Formel des Chitins zu verändern. Da ich jedoch selbst keine

Elementaranalyse des Chitins ausgeführt habe und ich bei Berücksichtigung der früheren Analysen nicht im Stande war, eine einigermaassen einfach klingende Formel zu entwickeln, lasse ich die Frage nach der empirischen Formel des Chitins einstweilen dahingestellt.

Da die Versuche also dafür sprechen, das neben Zucker und Ammoniak bei der Zersetzung des Chitins durch Säuren auch noch ein stickstoffhaltiger Körper bleibt, so war es einmal von hohem Interesse zu ermitteln, wie viel Zucker sich bei einer möglichst vollständigen Zersetzung bilde und dann welcher Natur dieser stickstoffhaltige Körper sei. Erstere Aufgabe habe ich einigermaassen zu lösen versucht, das letztere hingegen zu ermitteln gelang mir nicht. Von denselben Lösungen, die zur Bestimmung des NH_3 dienten, wurden nämlich gleichzeitig auch bestimmte Proben auf Zucker quantitativ untersucht[1]).

Der entstehende Zucker zeigte hierbei ganz die nämliche Erscheinung wie früherhin das Ammoniak, seine Menge nahm nämlich zu mit der Länge der Behandlung mit Säure. So enthielt eine nicht gekochte Lösung nur 27·48% Kohlenstoff des Chitins in Gestalt von Traubenzucker, eine Lösung, welche 1 Stunde lang gekocht war, enthielt 36·68% des C als Traubenzucker; eine 4—5 Stunden lang gekochte Lösung enthielt 43·05% des C als Zucker und eine 18 Stunden lang gekochte 42·89%. Letztere beiden Werthe, die mit Lösungen erhalten wurden, in welchen auch das Maximum von Ammoniak schon gebildet war, dürfen wohl als die Maximalwerthe für die Zuckerbildung betrachtet werden.

Als Mittel aus den beiden letzten Werthen würde sich also ergeben, dass 42·97% Kohlenstoff in Gestalt von Traubenzucker bei der Zersetzung des Chitins mit Schwefelsäure erschienen. Der Kohlenstoffgehalt des Chitins überhaupt beträgt 46·32%; es würden also sehr nahe $^{12}/_{13}$% des Kohlenstoffs des Chitins Traubenzucker bilden, $^{1}/_{13}$% hingegen würde im Verein mit $^{1}/_{4}$ des vorhandenen Stickstoffs einen bis jetzt noch unbekannten Körper bilden.

---

1) Die Bestimmung des Zucker's wurde durch Titriren mit Fehling'scher Lösung ausgeführt.

Hierbei muss jedoch naturgemäss berücksichtigt werden, dass die Bestimmung des Traubenzuckers mittels der jetzt vorhandenen Methoden einen weit geringeren Grad von Genauigkeit beanspruchen darf, als die des Ammoniaks und dass fernerhin auch wegen der leichten Zersetzung und Umwandlung des Zuckers bei der vorhergehenden Behandlung, das erhaltene Resultat mit einer gewissen Reserve aufgefasst werden muss.

Da nun, wie oben gezeigt wurde, die Wirkung der Säuren keine direct spaltende auf das Chitin ist, so stellt sich natürlich von selbst die Frage ein, in welcher Weise sich eigentlich diese Einwirkung vollziehe. Das, was ich darüber ermitteln konnte und hierin liegt jedenfalls mit der Schwerpunkt eines künftigen Versuchs, die Constitution unseres Körpers aufzuklären, will ich mit kurzen Worten hier noch erwähnen.

Chitin löst sich bekanntlich in concentrirter Schwefelsäure, Salzsäure und angeblich auch Salpetersäure ziemlich leicht auf; in letztgenannter Säure sah ich jedoch nur wenig sich lösen, jedenfalls erfolgt die Lösung in den beiden erstgenannten Säuren leichter, wenigstens bei gewöhnlicher Temperatur.

Lässt man die Schwefelsäure unter sorgfältiger Vermeidung einer Erhitzung nicht zu lange Zeit einwirken, so erhält man, ebenso wie noch leichter bei Anwendung der rauchenden Salzsäure, eine fast farblose, nur manchmal leicht gebräunte Flüssigkeit.

Die Lösung in rauchender Salzsäure lässt sich erhitzen ohne sich zu färben, sie hinterlässt beim Eindampfen eine glasartige durchsichtige Masse, anscheinend unverändertes Chitin. Mit der schwefelsauren Lösung lässt sich dieser Process natürlich nicht ausführen, da sich dieselbe bei der Erhitzung sogleich zersetzt und bräunt.

Beide Lösungen stimmen jedoch darin überein, dass sie, wenn nicht zu lange Zeit seit ihrer Bereitung verflossen ist, bei Zusatz von Wasser einen weissen, gallertartigen Körper niederfallen lassen, der sich im trocknen Zustand dem Chitin sehr ähnlich verhält; er färbt sich mit Jod nicht, zeigt in seinen Lösungsverhältnissen Uebereinstimmung mit Chitin und ent-

hält Stickstoff. Die schwefelsaure Lösung zeigt diese Abscheidung bei der Verdünnung mit Wasser nur sehr kurze Zeit nach ihrer Bereitung, der Zersetzungsprocess innerhalb der Lösung schreitet jedenfalls sehr rasch fort. Anders die salzsaure Lösung, welche diese Erscheinung auf noch einen Tag und länger nach ihrer Bereitung zeigt, dennoch hat sie sich dann schon so verändert, dass sie bei Wasserzusatz ursprünglich klar bleibt und die Fällung erst sehr allmälig eintritt, selbst nach mehreren Tagen schieden sich noch leichte Flöckchen aus.

Die ursprüngliche Lösung enthält sehr wenig Ammoniaksalz.

Ausser diesem durch Wasser fällbaren Körper enthält die Lösung jedoch noch 2 weitere, die bei der Neutralisation nicht ausfallen, jedoch durch reichlichen Zusatz von Alkohol aus der verdünnten Lösung ausgeschieden werden können. Man erhält sie dann beide vermischt, meist auch mit etwas Ammoniaksalz, was davon später zu trennen ist. Die beiden Körper selbst lassen sich leicht von einander scheiden, indem der eine in Wasser unlöslich, der zweite hingegen ziemlich leicht löslich ist.

Der in Wasser unlösliche Körper giebt beim Eintrocknen bräunliche, gummi- oder dextrinartige Klümpchen und ist selbst in Kalilauge beim Erhitzen wenig löslich. Er zeichnet sich durch die tief purpurrothe Färbung aus, die er bei Jodzusatz annimmt und die durch Zusatz von concentr. Schwefelsäure nicht verändert wird.

In Kupferoxydammoniak ist er unlöslich. Stickstoff liess sich in diesem Körper nicht auffinden.

Der im Wasser lösliche Körper enthält gewöhnlich etwas Schwefelsäure, von der er sich nur mit Mühe vollständig befreien lässt. Beim Eindampfen blieb er in farblosen, spröden, glänzenden Häuten zurück. Er wird durch Jod absolut nicht gefärbt, giebt mit Bleizucker oder Bleiessig eine sehr starke gallertartige Fällung, ähnlich wie Arabin und wird auch durch concentrirte Gerbsäurelösung hübsch weiss gefällt. Fehling'sche Lösung reducirt er schwach, ähnlich wie Dextrin. Eine Probe auf Stickstoff wurde nicht angestellt, weil

es nicht gelang die sehr geringe Quantität dieses Körpers vollständig von einer geringen Beimischung von Ammoniaksalz zu befreien. Dieser zuletzt genannte Körper nun ist jedenfalls nur zum kleinsten Theil durch den Alkohol aus der Lösung gefällt worden, was sich schon dadurch erkennen lässt, dass die restirende Lösung nach der Neutralisation mit Gerbsäure noch eine bedeutende Fällung giebt. Dieser Niederschlag mit Gerbsäure wurde sorgfältig ausgewaschen auf Stickstoff untersucht, es liess sich darin keine Spur Stickstoff auffinden.

Dass die Lösungen des Chitins in Säuren nach der Neutralisation durch Gerbsäure gefüllt werden, wird schon von Gorup-Besanez in seinem Lehrbuch erwähnt.

Wenn auch die beiden letztgenannten Körper wegen der geringen Menge, die von ihnen erhalten wurde, nicht einer Elementaranalyse unterworfen werden konnten, so scheint es mir dennoch nicht zweifelhaft, dass dieselben ihren Reactionen nach als Kohlehydrate betrachtet werden müssen, aus deren weiterer Umwandlung der Zucker des Chitins hervorgeht, und zwar würden sie in die Gruppe der Kohlehydrate von der Formel $C_6H_{10}O_5$ gehören. Hieraus folgt dann auch, dass das Chitin nicht etwa, wie dies häufig geschehen ist, als ein Glucosid aufgefasst werden darf, sondern als ein Derivat eines Kohlehydrat's von der Formel $C_6H_{10}O_5$, wahrscheinlich eines celluloseartigen Körpers.[1])

Frankfurt a./M. Juni 1874.

---

1) Durch meine Entfernung von Kiel war ich leider verhindert persönlich eine nähere Untersuchung dieses in ziemlich reichlicher Menge erhaltenen Körpers vorzunehmen und festzustellen, dass derselbe wirklich unverändertes Chitin sei. Auf meine Bitte hat Herr Dr. Emmerling neuerdings den Körper in Bezug auf seinen Stickstoffgehalt näher geprüft. Die Stickstoffbestimmung nach der Will'schen Methode lieferte 6·24 % N., also ein mit den früheren Befunden genau übereinstimmendes Resultat. Die volumetrische Bestimmung des N (mittels Verbrennung in der luftleeren Röhre) ergab 7·02 %; da hierbei ein kleiner Verlust stattfand, so ist die Annäherung an die früher von uns mittels der Dumas'schen Methode erhaltenen Daten hinreichend, um es für nachgewiesen zu erachten, dass der besprochene Körper wirklich unverändertes, aus der Lösung gefälltes Chitin ist. Er ist demnach jedenfalls das reinste Chitin präparirt, das man bis jetzt zu erhalten im Stande war. Herr Dr. Emmerling wird die Untersuchungen an dem noch vorhandenen Material weiter fortsetzen und werden sich hierbei ohne Zweifel die weiteren Anhaltspunkte zur Begründung der wahren empirischen Formel des Chitins ergeben.

Ueber den Einfluss des Nervensystems auf den Zustand der Gefässe.

von

Dr. FELIX PUTZEYS, aus Lüttich und
Dr. JOHANNES Fürst TARCHANOFF, aus St. Petersburg.

Seit den mustergiltigen Untersuchungen Cl. Bernard's über den Einfluss des Hals-Sympathicus auf den Zustand der Gefässe des Kopfes haben zahlreiche andere Versuche bewiesen, dass die Gefässe durch vasomotorische Nervenfasern versorgt werden, die ihren Ursprung in den Centralorganen des Nervensystems haben. Wenn diese Fasern durchschnitten werden und das Gefäss von den Centralorganen getrennt worden ist, so erfolgt eine paralytische Erweiterung, die bei einer Reizung des peripherischen Endes des Nerven wieder verschwindet und eine Contraction an ihre Stelle treten lässt. Die gemischten Nerven enthalten alle solche vasomotorischen Nervenfasern, und stets hat man nach der Durchschneidung Erscheinungen von Erweiterung der Gefässe in den entsprechenden Hautgebieten beobachtet. Man kennt nur zwei Nerven, die Chorda Tympani und die Nervi erigentes, deren peripherische Reizung eine grössere Blutfülle in den von ihnen versorgten Organen hervorruft. Diese beiden werden daher auch gefässerweiternde Nerven genannt.

In einer vor Kurzem erschienenen Arbeit („Ueber gefässerweiternde Nerven“ in Pflüger's Archiv, Bd. VIII. S. 174) versucht Hr. Professor Goltz unter Beibringung einer grossen Anzahl neuer Thatsachen alle diese Theorien umzustossen und bezeichnet sie als ungenügend zur Erklärung aller Erscheinungen, die bei seinen Untersuchungen zu Tage getreten sind. In der neuen Theorie, die er aufstellt und die sich auf den Einfluss der Durchschneidung und Reizung der Nerven auf die Temperatur der gelähmten Glieder gründet, nimmt er an:

1. das Vorhandensein von peripherischen Mechanismen nervöser Natur, deren Aufgabe es sei, den Tonus zu unterhalten und in gewissem Maasse die Blutcirculation zu reguliren;

2. das Dasein von gefässerweiternden Fasern im N. ischiadicus, die man durch einen einfachen Schnitt oder durch elektrische und chemische Reizmittel in Thätigkeit versetzen könne.

Da er zugleich während der Reizung des durchschnittenen Nerven niemals Gefässverengerung bemerkt hat, zieht er den Schluss, dass die Gefässerweiterung nach der einfachen Durchschneidung activer und nicht passiver Natur sei, und also eine Reizungserscheinung darstelle.

Die grosse Wichtigkeit dieser Sätze, welche die jetzt übliche Theorie über den Einfluss des Nervensystems auf die Gefässe in der That widerlegen würden, war für uns der Grund, auf Vorschlag von Hrn. Professor Goltz, die Untersuchungen nach dieser Seite hin fortzusetzen. Indem wir eine andere Methode in Anwendung brachten, waren wir gezwungen, die Resultate, welche sich ergaben, einer um so gründlicheren Analyse zu unterwerfen.

Da wir uns unter dem Einfluss der herrschenden Ideen befanden, haben wir uns, obgleich wir einige Versuche von Goltz wiederholt hatten, deren Richtigkeit wir bestätigen konnten, schliesslich doch gefragt, ob die Bestimmung des Wärmegrades wirklich ein so sicheres Beweisverfahren wäre, um daraus auf den Zustand der Gefässe schliessen zu dürfen. Wir haben daher auf directerem Wege geprüft, welche Verän-

derungen die Lumina der Gefässe nach Durchschneidung oder Reizung der entsprechenden Nerven erfahren.

Wir beobachteten eines Theils die Veränderung der Circulation, indem wir uns auf die Grösse der Blutung, bei Abtrennung von Theilen der hinteren Extremitäten, stützten, ferner die Färbung der einzelnen Partien und stellten makroskopische und mikroskopische Untersuchungen der Gefässe an; — anderen Theils verfolgten wir die Veränderungen des Thermometers unter denselben Bedingungen.

I. Versuch. Wenn man bei einem Hunde einen N. ischiadicus am Schenkel durchtrennt und eine Viertelstunde darauf eine oder zwei Zehen an jedem der beiden Hinterfüsse abschneidet, so überzeugt man sich leicht, dass der Blutstrom, der an der gelähmten Seite abfliesst, sehr bedeutend ist, während man an der unverletzten Seite nichts oder so gut wie nichts bemerken kann.

II. Versuch. Bei einer jungen Ente, der man den linken Ischiadicus am Schenkel durchschnitten, sowie an beiden Füssen die Zehen an ihren Wurzeln abgenommen hat, quillt auf der linken Seite das Blut sehr reichlich, auf der rechten tritt nur ein Tropfen hervor.

III. Versuch. Wir durchtrennen den Plexus ischiadicus eines Frosches auf der linken Seite im Becken (wohin wir durch die Lendenmuskeln vordringen) und amputiren die Zehen an beiden Füssen: alsdann sehen wir wie auf der gelähmten Seite 8 Tropfen Blut abfliessen, dagegen an der unverletzten gar nichts zu Tage tritt.

Dasselbe Resultat, wenn auch weniger in die Augen fallend, erzielt man mit der Durchschneidung des Nerven am Schenkel.

IV. Versuch. Wir dnrchschneiden bei einem Frosche die vorderen und hinteren Wurzeln des Ischiadicus, da wo sie vom Rückenmark entspringen. Auch hier bemerken wir, dass die Blutung aus der Wunde an der gelähmten Seite weit bedeutender ist; doch tritt die Erscheinung in diesem Falle nicht so deutlich auf, als beim vorhergehenden Versuche, was leicht

aus der heftigen Blutung, die die Freilegung des Markes nothwendigerweise begleitet, erklärt werden kann.

Bei einem Frosche durchtrennen wir auf der linken Seite alle Wurzeln des N. ischiadicus, auf der rechten wird der Nerv selbst im Becken durchschnitten: die Blutung ist in diesem Falle auf beiden Seiten gleich stark.

Die angeführten Versuche beweisen, dass die Durchschneidung des Ischiadicus oder seiner Wurzeln in dem gelähmten Gliede einen so heftigen Blutzufluss zur Folge hat, dass dem andern Gliede dadurch alles Blut entzogen wird, dass hier Anämie eintritt.

Wenn man jetzt die Venen an beiden Beinen unterbindet, so ist der Collateralkreislauf auf der gelähmten Seite nicht hinreichend, die enorme Menge von Blut, welche dem Gliede durch die erweiterten Arterien zufliesst, abzuführen. Das Blut staut sich in den Gefässen, der Druck und die Exsudation nehmen zu, und es entsteht in Folge dessen jenes Oedem, welches Ranvier sich nur dann bilden sah, wenn er in dem Gliede zu gleicher Zeit die Venen unterbunden und den N. ischiadicus durchschnitten hatte. In dem anderen Fusse, welcher so stark anämisch geworden ist, in dem der Blutdruck so bedeutend gesunken ist, kann die Unterbindung der Venen, wie leicht verständlich, kein Oedem bewirken.

Wir wollen ferner untersuchen, welche Erscheinungen wir bei Reizung des Nerven erhalten.

V. Versuch. Einem 4 Wochen alten Hunde wird der linke Ischiadicus durchschnitten. Man lässt das Thierchen sich eine Viertelstunde lang erholen und vollzieht hierauf die Abnahme der Zehen an beiden Hinterpfoten. Sofort nimmt man einen stärkeren Blutabfluss auf der gelähmten Seite wahr. Reizt man den Ischiadicus durch einen elektrischen Strom, so tritt sofort die entgegengesetzte Erscheinung ein, und es fällt nun auf der linken Seite nur ein Tropfen Blut in derselben Zeit, in welcher wir auf der rechten 10 Tropfen zählen. Hört man mit der Reizung auf, so wird die Blutung wieder auf der linken Seite stärker und wächst bis zu einem Verhältniss von 12:3.

Eine zweimalige Wiederholung dieses Experimentes lieferte dieselben Resultate.

VI. Versuch. Bei einem kleinen 3 Wochen alten Hunde, den wir in derselben Weise behandelten, hatten wir durchaus analoge Resultate zu verzeichnen.

VII. Versuch. Kleiner Hund von 7 Wochen, dessen Haut an den Füssen ganz pigmentlos ist. Wir durchschneiden den linken Ischiadicus und reiben die Haut auf dieser Seite so lange mit einer harten Bürste, bis die Röthe eine sehr intensive geworden. Wird der Ischiadicus durch einen mittleren Strom von nur geringer Dauer gereizt, so erbleicht die Haut sichtlich. Hört man mit der Reizung auf, so zeigt der Fuss alsbald wieder die frühere Röthe. Dreimal wiederholten wir diesen Versuch und stets war der Erfolg derselbe.

Bringt man einen stärkeren Strom in Anwendung und lässt ihn 5 Minuten lang wirken, so tritt zuerst wieder ein Erbleichen der Haut ein, auf welches aber bald eine Röthe folgt. Es muss hier noch bemerkt werden, dass es niemals gelang, der Haut denselben Farbenton wieder zu geben, wie die unverletzte Seite ihn noch zeigte; eine dunklere Färbung blieb stets zurück.

VIII. Versuch. Mit Fröschen verfuhren wir ganz in derselben Weise, wie es in dem vorletzten Versuche mitgetheilt worden; die Resultate waren denjenigen, die wir am Hunde erzielten, durchaus entsprechend.

Das Kochsalz gab bei Hunden und Fröschen dieselben Wirkungen, die wir bei elektrischer Reizung beobachteten.

Es fiel uns auf, dass beim Frosche die Ermüdung des Nerven, die auf eine zu starke oder zu lange währende Reizung folgt, bei weitem länger auf sich warten liess, als beim Hunde. Bei diesem tritt die Erschöpfung viel schneller ein, und kann sogar, wenn wir ein junges, schwaches oder schon angegriffenes Thier vor uns haben, oder wenn die Reizung gleich von vornherein zu stark ist, die erste Erscheinung sein: der Blutstrom wird dann sofort heftiger oder die betreffenden Theile nehmen eine intensivere Färbung an.

Ist der Nerv ermüdet und reizt man an einer weiter zur

Peripherie hin liegenden Stelle, so tritt eine erneute Contraction der Gefässe ein.

Auf diese Weise erklären wir uns das negative Resultat, welches wir bei mehreren Versuchen erhielten. Auf dieselben näher einzugehen halten wir für überflüssig.

Aus dem Angeführten erhellt, dass die Reizung des peripherischen Endes des Ischiadicus eine bedeutende Zusammenziehung der Gefässe des Gliedes zur Folge hat, welche bei höher stehenden Thieren, die ein ausgebildeteres und leichter ermüdbares Nervensystem haben, bald durch Erscheinungen von Erschöpfung, von Lähmung, mit einem Wort durch Gefässerweiterung ersetzt wird.

Unsere Resultate stimmen also vollständig überein mit denen, die Cl. Bernard für das Ohr erlangt hat. In einer seiner Schriften [1]) berichtet er über folgenden Versuch: er schneidet bei einem Kaninchen die obere Partie des Ohres so tief ab, dass das Blut in einem kleinen Strahl aus den durchschnittenen Arterien hervorquillt: hierauf schneidet er den Sympathicus am Halse durch und bemerkt wie der Blutstrom sofort heftiger wird; die Reizung des oberen Nervenendes verringert allmälig den Blutstrahl, und lässt ihn endlich völlig versiegen; hört man mit der Reizung auf, so beginnt das Blut wieder mit stets wachsender Gewalt hervorzubrechen.

Man konnte sich nun aber vorstellen: die örtliche Anämie sei eine Folge der Muskelcontractionen, welche die Reizung gemischter Nerven zu begleiten pflegen.

IX. Versuch. Wir haben daher Hunde und Frösche curarisirt, an ihnen dieselben Versuche, die wir oben mitgetheilt, noch einmal wiederholt und genau dieselben Erscheinungen wahrgenommen.

Dennoch müssen wir auf die Thatsache aufmerksam machen, dass wir bei Fröschen immer nur eine Verminderung des Blutstroms, niemals aber ein vollständiges Versiegen desselben erreichen konnten. Es war uns dies um so überraschender, als wir mit Hülfe des Mikroskops unter dem Einfluss

---

1) Comptes rendus. T. 55. p. 309.

der elektrischen Reizung des Ischiadicus oder durch Reizung mit Kochsalz eine Verengerung der Gefässe in der Schwimmhaut beobachten konnten, die sich bis zum vollständigen Verschwinden der Gefässlumina und bis zur Unterbrechung jeder Circulation steigerte. Wir können diesen Widerspruch nur durch die abweichende Anordnung der Arterien erklären: wenn man die Amputation des Fusses ein wenig höher vornimmt, so trifft man auf Gefässe von grösserem Durchmesser, die deswegen weniger reich an Muskelfasern sind und unter dem Einfluss der Nervenreizung nicht mehr vollständig sich zusammenziehen.

Es kann als hinlänglich erwiesen angesehen werden, dass man die Circulationsveränderungen, die als eine Folge der Reizung des Ischiadicus beobachtet werden, nicht auf die Contraction der Muskeln schieben darf, sowie dass der Ischiadicus vasomotorische Fasern, im hergebrachten Sinne des Wortes, enthält.

Wir wundern uns um so mehr, wie Dogiel[1]) zu seinen, von den unsrigen durchaus abweichenden Resultaten gelangt sein kann: so hat er bei curarisirten Hunden beobachtet, dass die Reizung des unteren Endes des N. cruralis oder des N. ischiadicus die Geschwindigkeit des Blutstroms der Art. cruralis nicht verringere (S. 137); seine angestellten Untersuchungen sprächen vielmehr — so äussert er sich — für eine Beschleunigung desselben. — An einer andern Stelle drückt er sich folgendermaassen aus: „Schneidet man bei einem Frosche den „einen Ischiadicus durch, schneidet darauf an beiden Froschschenkeln die Zehen ab, und vergleicht die Mengen des aus„fliessenden Blutes, so überzeugt man sich, dass die aus dem „operirten und nicht operirten Schenkel ausfliessenden Blut„mengen gleich sind.“ — Und er schliesst dann mit den Worten: „die beschriebenen Versuche an Fröschen lassen ebenfalls „den Schluss zu, dass bei diesen Thieren im Stamme der Nn. „ischiadicus und cruralis nach ihrem Austritt aus der Becken-

1) Dogiel, Ueber den Einfluss der Nn. ischiadicus und cruralis auf die Circulation des Blutes in den untern Extremitäten (Pflüger's Archiv. Bd. V. S. 130).

„höhle keine vasomotorische, das Lumen der Gefässe verengernde Nerven verlaufen.“

Dem entgegen wird jeder, der das zuletzt von Dogiel mitgetheilte Experiment wiederholen will, das constatiren können, was wir immer beobachtet haben, dass nämlich der Blutstrom an der Seite weit bedeutender ist, an welcher der Ischiadicus durchschnitten worden, jedoch unter der Einschränkung, dass man einige Minuten zwischen der Durchtrennung des Nerven und der Amputation der Zehen verstreichen lasse. Ohne diese Vorsichtsmaassregel kann die traumatische Reizung des Nerven, die durch die Durchschneidung verursacht worden, leicht das Eintreten der Gefässerweiterung verhindern.

Wenn wir die Geduld des Lesers durch eine ausführliche Darlegung zum grossen Theil schon bekannter Thatsachen in Anspruch nahmen, so sind wir dazu durch die Arbeit von Goltz genöthigt worden. Dieser zieht nämlich das Vorhandensein von vasomotorischen Fasern im Ischiadicus in Zweifel, weil (wie er sagt) er in allen seinen Untersuchungen eine Erweiterung der Gefässe als Folge der Reizung des Nerven und nicht eine Contraction derselben beobachtet habe. Aus den zahlreichen Experimenten aber, die wir oben mitgetheilt, geht deutlich hervor, dass Erscheinungen einer Erweiterung jedesmal erst in zweiter Reihe auftreten, oder dass, wenn sie sich gleich zu Anfang einstellen, dies entweder in einer schon vorher bestehenden oder durch die Intensität der Reizung herbeigeführten Erschöpfung seinen Grund hat.

Das Vorhandensein vasomotorischer Fasern kann somit als erwiesen angesehen werden; dagegen muss das Vorkommen gefässerweiternder Fasern erst noch bewiesen werden.

Nachdem wir so bedeutende, vom Nervensystem abhängige Schwankungen der Circulation des betreffenden Gliedes wahrgenommen, waren wir ausserordentlich gespannt uns darüber zu vergewissern, ob die Veränderungen in der örtlichen Temperatur denselben entsprächen.

Die Durchschneidung des Ischiadicus bei Hunden und Enten verursachte, wie bereits bekannt, eine oft sehr bedeu-

tende Erhöhung der Temperatur an dem betreffenden Gliede. Wenn wir aber bei einem curarisirten Hunde das untere Ende des Nerven reizten, so konnten wir nicht, wie Goltz, eine abermalige Erhöhung wahrnehmen, sondern mussten ein Sinken verzeichnen, welches der gelähmten Seite allerdings noch lange nicht die Temperatur des unverletzten Fusses wiedergab, jedoch deutlich genug als vorhanden festgestellt werden konnte.

Die vier folgenden Versuche, die wir als Beispiele gewählt, sollen das oben Gesagte beweisen.

X. Versuch. Hund von mittlerer Grösse. Curarisirung. Künstliche Athmung. Nachdem die Vergiftung eingetreten, wird der linke Ischiadicus durchschnitten. Wir verzeichnen während einiger Minuten die Temperatur-Verhältnisse beider Glieder; diejenige des gelähmten Fusses übertrifft bald die andere um ungefähr 4°C.

Zeit.	Temp. linke gelähmte S.	Temp. rechte Seite.	Bemerkungen.
	31·6	27·7	
	32·6	28·3	
	32·2	28·8	
	32·8	28·3	
5 U. 35	.....	.....	Elektrische Reizung. Mittelstarker Strom.
— 37	32·8	28·9	
— 40	32·6	29·2	
— 42	32·2	29·3	
	32	29·4	
	31·6	29·4	
— 45	31·5	29·3	
..	.....	...	Aufhören der Reizung.

Zeit.	Temp. linke gelähmte S.	Temp. rechte Seite.	Bemerkungen.
5 U. 48	31·6	29·3	
	32·1	29·3	
— 51	32·6	29·2	
	33 0	29·2	
— 52	..		Anwendung eines starken Stromes.
— 53	33·0	29·3	
— 54	32·8	29·3	
	32·6	29·2	
— 56	32·3	29·2	
	32·2	29·2	
— 58	32·1	29·2	
— 59	32·2	29.2	

XI. Versuch. Hund von mittlerer Grösse. Curarisirung. Künstliche Athmung. Der N. ischiadicus auf der linken Seite durchschnitten.

Temp.		Bemerkungen.
linke Seite.	rechte Seite.	
33·2	25	
33·6	25·4	
......	......	Reizung durch Kohls.
33·6	25·7	
34·4	26·0	
33·6	26·0	
34·4	—	
34·6	26·4	
34·4	—	
34·2	26·6	
34·0	26·7	
34·1	—	
34.4	—	
......	......	Aufhören der Reizung.
34·4	27·1	
34·8	27·3	
35·0	27·5	
......	......	Elektrische Reizung.
35·0	27·5	
34·9	27·5	
34·6	28·0	
34·4	27·9	
34.2	27·9	
34·0	—	
33·8	28·0	
33·6	28·2	
33·4	28·4	
33·2	28·5	
33·0	—	
32·8	28·4	
32·8	28·5	

Temp.		Bemerkungen.
linke Seite.	rechte Seite.	
......	......	Aufhören der Reizung.
32.6	28·7	
33·0	28·9	
33·2	29·0	
33·4	29·1	
33·8	29·1	
34·0	29 2	
34·2	29·3	
......	......	Elektrische Reizung.
34·0	29·3	
33·8	29·1	
33·6	—	
33·4	—	
33·2	—	
......	......	Aufhören der Reizung. Blutung.
34·0	29·1	
......	......	Wiederholung der Reizung.
33·8	29·0	
33·6	28·7	
33·3	29·0	
33·0	29·1	
33·2	29·3	
33·0	29·5	
32·8	—	
......	......	Aufhören dei Reizung.
33·0	29·3	
33·8	29·0	
34·0	28·8	
34·2	—	
34·5	28·7	

XII. Versuch. An einer jungen Ente beobachten wir ganz kurze Zeit nach der Durchschneidung des rechten Ischiadicus die Erweiterung der Gefässe in der Pfote. An der Wurzel des operirten Fusses erscheinen sie sehr viel weiter; in der Schwimmhaut zeigen sich reichere Verästelungen, das Blut ist röther, mehr arteriell. Der Temperaturunterschied

wird für die blosse Hand sehr fühlbar: der linke Fuss fühlt sich frisch und kühl an, der rechte hingegen heiss; das Thermometer zeigt für den letzteren 36°C. Wir reizen hierauf den Nerven durch einen Strom von mittlerer Stärke und bemerken, wie auf der rechten Seite die Gefässe sich fast ganz zusammenziehen, während sie nun auf der linken um so bemerkbarer werden. Die Temperatur ist dabei folgenden Veränderungen unterworfen:

vor der Reizung . . . . 36° C.
Reizung . . . .
. . . . 35·0
Ruhe . . . .
. . . . 37·2
. . . . 38·3
Reizung . . . .
. . . . 35·8
Ruhe . . . .
37·4
37·6

XIII. Versuch. Bei einer andern jungen Ente, der wir den rechten Ischiadicus durchschnitten, beobachteten wir unter dem Einfluss der elektrischen Reizung folgende Schwankungen in der Temperatur:

Zeit.	Temperatur.	Bemerkungen.	Zeit.	Temperatur.	Bemerkungen.
10 U. 5	36°		10 U. 9	—	Aufhören der Reizung.
— 6	—	Reizung.	— 10	34·7	
— 7	35°		—	35·2	
— 8	34°		—	35·6	
....	33·5		— 11	36·0	
....	33·0		— 12	37·0	
....	32·8				

Die verzeichnete Wärmeverringerung betrug, wie wir sehen, (X. Versuch) bei der ersten Reizung 1·3°, bei der zweiten dagegen nur 0·8°; zweifelsohne war der Nerv bereits ermüdet und der Strom überdies auch stärker und also wohl zu stark.

Bei dem zweiten Hunde war die Reizung durch Kochsalz nicht im Stande ein Sinken der Temperatur zu veranlassen; sie scheint nur in sofern von Wirkung gewesen zu sein, als sie ein Steigen des Thermometers verhinderte. Dieses hielt sich beständig etwa auf 34·4° und erreichte zur Zeit der Ruhe 35°. Die elektrische Reizung liess die Temperatur von 35° auf 32·8° fallen, was einen Unterschied von 2·2° ergiebt. Eine kurze Ruhe steigerte sie wieder auf 34·2°; aber eine zweite Reizung bewirkte ein neues Sinken um 1° und nach kurzer Frist ein drittes desgleichen. Hierauf wurde der Strom unterbrochen, und das Thermometer stieg wieder um 1·7°.

Die Enten haben uns noch bemerkenswerthere Resultate geliefert, da wir bei der einen, in Folge der ersten Reizung ein Sinken der Temperatur um 1°, in Folge der zweiten ein solches um 2·5°, verzeichnen konnten. Bei der andern betrug das Sinken sogar 3·2°, und nach kurzer Ruhe zeigte das Thermometer 1° mehr als zu Anfang des Versuchs.

Die Schwimmhaut der Ente bietet im Verhältniss zu der Grösse des Gliedes eine ausserordentlich viel grössere Oberfläche für die Ausstrahlung der Wärme dar, als die Pfote des Hundes, bei welcher die Haare einen sehr ungünstigen Einfluss ausüben. Aus diesem Grunde bleibt das Thermometer hier viel länger auf dem Grade stehen, bis zu welchem das Quecksilber einmal gestiegen, so dass ein Sinken der Temperatur um nur wenige Grade, oder von der Dauer weniger Minuten gar nicht beachtet werden kann.

Aus alle dem ergiebt sich, dass eine innige Wechselwirkung zwischen dem Zustande der Gefässe und den Wärmeerscheinungen vorhanden ist. Die Thatsache, dass man die Temperatur des gelähmten Gliedes auf diejenige des unverletzten nicht zurückführen kann, erklärt sich ohne Schwierig-

keiten dadurch, dass ein Zustand der Erschöpfung des Nerven eintritt, bevor noch die Gewebe Zeit gehabt haben, ihre Wärme zu verlieren. Doch genügt schon der Nachweis, dass das Thermometer auch nur um wenige Grade sinkt, vollständig um zu beweisen, wie das Steigen das Goltz zu Anfang seiner Versuche beobachtet hat, schon eine Erscheinung von Ueberreizung ist.

Was das Vorhandensein von örtlichen Mechanismen an der Peripherie betrifft, denen, nach der Ansicht von Goltz, die Regulirung des Gefässtonus zufällt, so haben wir an Hunden alle die interessanten Versuche wiederholt, auf welche er seine Theorie baut.

Man erinnert sich, dass beim Hunde nach der Durchschneidung des Ischiadicus die Temperatur auf der gelähmten Seite sehr bald steigt und ein bedeutender Unterschied zwischen den beiden Pfoten verzeichnet werden kann. Nach Verlauf von 2—4 Wochen hat sich dieser Unterschied wieder ausgeglichen. Durchschneidet man jetzt das Rückenmark in der Gegend der letzten Rückenwirbel, so sieht man die Temperatur von Neuem sehr bedeutend steigen, diesmal jedoch an der Seite, auf welcher der Ischiadicus unverletzt ist, während sie auf der andern fällt. Nach unbestimmter Zeit beginnt auch die Ausgleichung wieder von Neuem, bis beide Glieder ihre ursprüngliche Temperatur wieder erlangen.

Wir wollten uns nun über die Beziehungen, die zwischen den Wärmeerscheinungen und dem Zustand der Gefässe bestehen, genaue Aufklärung verschaffen; zu den Experimenten, die wir dieserhalb anstellten, wählten wir Frösche, weil sie sich zu Versuchen dieser Art am besten eignen.

XIV. Versuch. Bei Fröschen durchtrennten wir den linken Ischiadicus: nachdem wir beide Schwimmhäute quer durchschnitten hatten, flossen auf der linken Seite mehrere Tropfen Blut aus, während die rechte ganz trocken blieb. Be einer nach 10 Tagen ausgeführten neuen Durchschneidung floss das Blut auf beiden Seiten gleichmässig ab. Wir durchtrennten nun wieder das Rückenmark oder zerstörten den un-

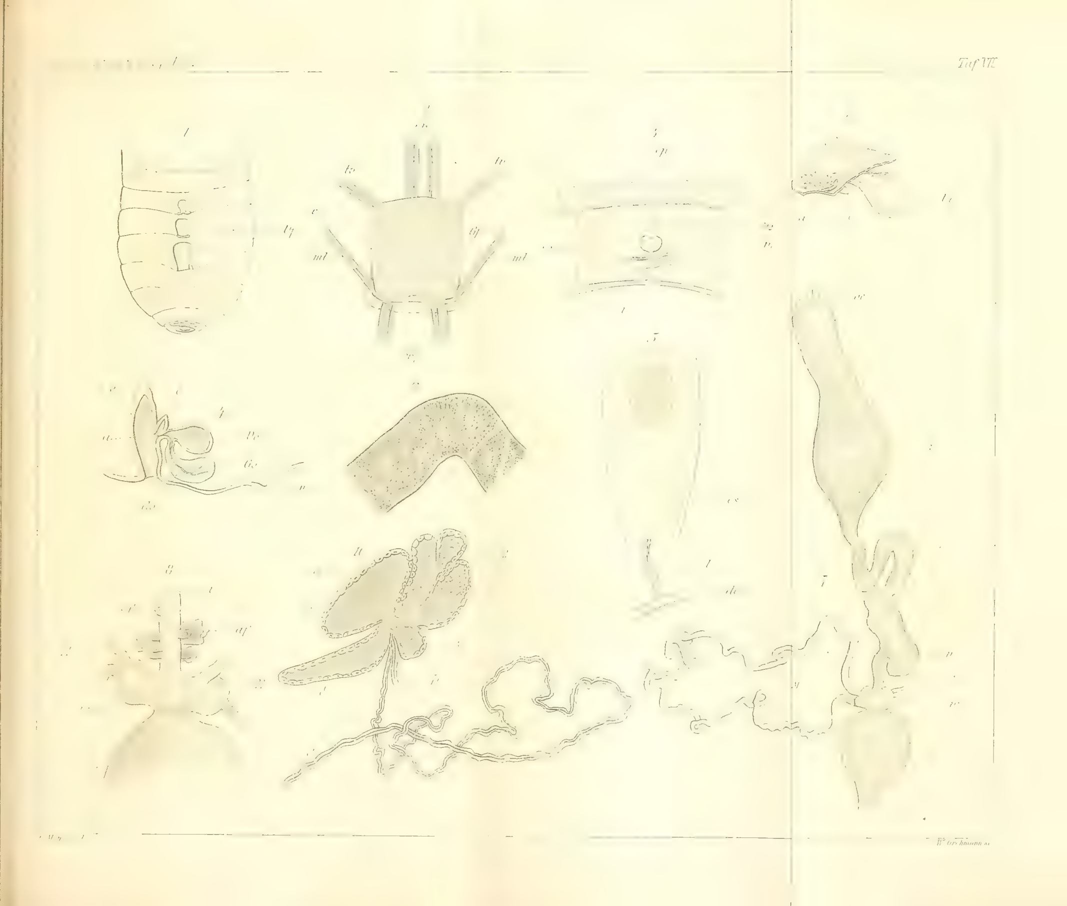
teren Abschnitt desselben und sahen das Blut aus dem Fusse, dessen Nerv unverletzt geblieben, sehr reichlich hervorquellen, während die Wunde der linken Pfote ganz trocken blieb.

XV. Versuch. Bei Fröschen, denen wir 12 Tage vorher den linken Ischiadicus durchschnitten hatten, machten wir Durchschneidung des Rückenmarks. Wir bemerkten, dass die Haut auf der rechten Seite feucht und geschmeidig, auf der linken dagegen trocken und pergamentartig war. Die Gefässe erschienen auf der rechten Seite weit gedehnt und sehr deutlich, auf der linken waren sie kaum sichtbar und fast blutlos. Durch das Mikroskop beobachtete man in der rechten Schwimmhaut eine viel energischere, weit lebhaftere Circulation als im normalen Zustande. Arterien und Venen waren sehr erweitert, strotzend mit Blut gefüllt; es bestand ein sehr merklicher Gegensatz zwischen dem gesunden und dem gelähmten Gliede.

XVI. Versuch. Bei anderen Fröschen durchschneiden wir den linken Ischiadicus und zwei Tage später das Rückenmark; 5 Tage nach dem Beginn des Versuchs kann man an der gelähmten Seite das fast vollständige Fehlen des Blutaustrittes constatiren, während am rechten Fuss das Blut in grosser Menge hervorströmt; diese Erscheinung lässt sich durch die Durchschneidung des zweiten Ischiadicus noch steigern.

XVII. Versuch. Bei am zehnten Tage beobachteten Thieren finden wir, dass das Blut gleichmässig auf beiden Seiten ausfliesst. Machen wir jetzt einen neuen Schnitt durch das Rückenmark, so können wir wieder eine Steigerung des Blutstroms auf der rechten Seite notiren, während die Wunde des gelähmten Gliedes trocken bleibt. Wir verzeichnen rechts 7—8 Tröpfchen, links dagegen nur 0—1.

In den Fällen, die wir soeben erläutert, existirte also eine Wechselwirkung zwischen dem Zustand der Gefässe und der Temperatur der Glieder, und wir können daher mit vollem Recht die Wärmeerscheinungen aus den Veränderungen erklären, denen der örtliche Blutumlauf unterworfen ist. Wenn wir auf die Analyse dieser Thatsache eingehen, so fällt uns als die eigenthümlichste Erscheinung auf, das Zurückgehen der











Gefässe auf ihren ursprünglichen Durchmesser, in manchen Fällen sogar das Eintreten einer deutlichen Verengerung derselben, nachdem sie von ihren Centren getrennt worden. Dasselbe Resultat stellt sich nach Durchschneidung des Sympathicus am Halse, auch für die Gefässe des Ohres heraus.

Ganz ebenso hatte früher schon Herr Tarchanoff[1]) gefunden, dass nach Durchschneidung der zu der Milz tretenden Nerven eine Vergrösserung dieses Organs, welches man sehr wohl nur als ein grosses Gefässconvolut auffassen kann, eintritt, während einige Zeit später der normale Umfang sich wiederhergestellt hatte.

Die Theorie Ludwig's ist zur Erklärung aller dieser Facta durchaus unzureichend; wer an ihr festhält, muss auch glauben, dass ein Gefäss, durch die Durchschneidung des Ischiadicus einmal von seinen vasomotorischen Centren getrennt, für immer seinen normalen Durchmesser verloren habe und sich in einem Zustande bleibender Dilatation befinde. Man könnte allerdings zugeben, dass der Sympathicus den Gefässen ausser den Fasern, die durch den N. ischiadicus gehen, auch noch andere zusende, Fasern, die Nebenwege einschlügen, die z. B. die Aorta und deren Verzweigungen begleiteten und allmälig in vicariirender Thätigkeit die durch die Durchschneidung zerstörten ersetzen könnten. — Diese ganz künstliche Hypothese kann uns um so weniger genügen, als Cl. Bernard bewiesen hat, dass die für die hinteren Extremitäten bestimmten vasomotorischen Fasern zu den Gefässen in der Bahn des Ischiadicus verlaufen.

Ein einziger Ausweg bleibt uns noch übrig, nämlich mit Goltz terminale Vorrichtungen anzunehmen, die die Aufgabe haben den Tonus zu unterhalten. Zur Stütze dieser Anschauung glauben wir ferner eine andere Thatsache herbeiziehen zu dürfen; wir wollen von den sogenannten rhythmischen Contractionen reden, die zuerst an den Arterien des Ohres beim

---

1) Tarchanoff. Ueber die Innervation der Milz und deren Beziehung zur Leukocythämie (Pflüger's Archiv. Bd. VIII. S. 100).

Kaninchen (Schiff) beobachtet worden sind, ferner an den Venen im Flügel der Fledermaus (Wharton Jones), in der Schwimmhaut (Saviotti), im Mesenterium des Frosches (Riegel) und endlich an der Art. saphena des Kaninchens (Riegel). Diese Erscheinungen können ebenfalls nicht anders als aus einem ganz localen Einfluss erklärt werden, denn Gunning, Riegel und wir selbst haben sie beim Frosche auch nach der Durchschneidung des Ischiadicus bestehen gesehen, also ohne Einfluss des Nervensystems.

Wie wir oben sahen, war der Tonus in Gefässen, die von den Nervencentren getrennt worden waren, nach einigen Tagen nicht allein wiederhergestellt, sondern die Gefässe hatten in manchen Fällen sogar einen kleineren Durchmesser als im normalen Zustande erhalten; der Einfluss der örtlichen Vorrichtungen darf also nicht unterschätzt werden; dieselben können sogar einen Tonus unterhalten, der weit stärker ist als derjenige, welcher seinen Ursprung im Gehirn und Rückenmark hat.

Uebt aber, wie Goltz annimmt, die einfache Durchschneidung einen Reiz auf die gefässerweiternden Nerven aus, der durch seine Einwirkung auf die Endapparate die Thätigkeit derselben und in Folge dessen für einige Zeit den Tonus aufheben würde?

Und nehmen dann diese localen Vorrichtungen nach einigen Tagen ihre Thätigkeit wieder auf, nachdem die Reizung ihre Gewalt verloren?

Wir können dieser Ansicht, die den automatisch thätigen Markcentren den grössten Theil ihrer Bedeutung entziehen würde, nicht beipflichten, vorzugsweise desshalb, weil die erste Erscheinung bei einer Durchschneidung, wie wir weiter unten zeigen werden, sehr wahrscheinlich eine Gefässverengerung ist. Es scheint uns viel natürlicher anzunehmen, dass der Tonus, in Folge der Nervendurchschneidung, schwächer wird, da die Gefässe dieses oder jenes Districts dem Einfluss einer gewissen Anzahl von Nervenzellen entzogen werden und die Wiederherstellung ihres Tonus von der gesteigerten Energie

und Leistungsfähigkeit der peripherischen Mechanismen abhängt.

Ist es nun so unwahrscheinlich, dass diese im Stande sind an Kraft zu gewinnen und vicarürend einzutreten, wenn die Gefässe einmal ihrem alleinigen Einfluss überlassen sind? Diese Annahme enthält nichts Befremdendes: denn sehen wir nicht in der That auf dem Gebiet der nervösen und sensoriellen Erscheinungen, wie ein Organ, das ausser Dienst gesetzt worden, in seinen Functionen allmälig durch ein anderes ersetzt wird, das nun eine grössere Thätigkeit entfaltet?

Zwei Bedingungen können das Spiel dieser terminalen Mechanismen noch ausserdem begünstigen. So weiss man, dass nach Durchschneidung des Rückenmarks die Erregbarkeit desselben in nicht unerheblichem Grade steigt. Sollte es da nicht erlaubt sein, anzunehmen, dass ganz analog die Thätigkeit der peripherischen Vorrichtungen, welche die Function haben den Gefässtonus zu reguliren, eine regere wird nach der Durchschneidung der zu ihnen verlaufenden Nerven?

Ferner würde der erhöhte Blutzudrang, der in dem gelähmten Gliede besteht, dieses reizbarer machen, denn man weiss, dass eine lebhaftere und schnellere Circulation die Erregbarkeit der nervösen Organe und in Folge dessen auch die Energie ihrer Thätigkeit steigert.

Aber nicht diesen örtlichen Mechanismen allein fällt die Regulirung des Tonus zu, sondern auch die Durchschneidung der Nerven oder des Rückenmarks ruft, wie unsere und andere schon früher angestellte Versuche dies bewiesen haben, eine Gefässerweiterung hervor: wenn wir z. B. das Rückenmark am unteren Ende der Rückengegend durchschneiden und so von den Gefässen eine gewisse Anzahl tonischer Centren, welche in der ganzen Ausdehnung des Gehirns und Rückenmarks liegen, abtrennen, so büsst ihr Tonus unverzüglich, allerdings nur vorläufig, etwas von seiner Energie ein, und wir bemerken eine Gefässerweiterung. Durchschneiden wir den N. ischiadicus, so wird das Gefäss dadurch allem automatischen centralen Einflusse entzogen, und die Ausdehnung ist eine noch

deutlichere. — Was endlich die Zusammenziehung der Gefässe betrifft, die der Reizung des peripherischen Endes zu folgen pflegt, so ist dieses nur eine andere Art um denselben Einfluss nachzuweisen.

Wir halten unsererseits diese Vergrösserung des Durchmessers der Gefässe für rein paralytisch, während ihre freiwillige Rückkehr zum normalen Zustande activer Natur ist.

Wir nehmen demnach mit Goltz das Vorhandensein von terminalen Vorrichtungen an; entfernen uns aber in allem, was die Erklärung der durch Nervendurchschneidung bedingten Erscheinungen betrifft, vollständig von seinen Ansichten. Er will in ihnen Reizungszustände erblicken und sucht die Gefässerweiterung als ein actives und primäres Phänomen zu erklären; wir dagegen glauben in unserem Rechte zu sein, wenn wir sie als eine passive und secundäre, rein paralytische bezeichnen [1]).

Ferner bemerken wir, dass die mechanische, chemische oder elektrische Reizung des peripherischen Endes des Ichiadicus zuerst eine Verengerung der Gefässe und ein Sinken der Temperatur hervorruft und dass nur in dem Falle, dass der Nerv bereits ermüdet oder die Reizung eine zu heftige war, wir zu allererst, gleich Goltz, eine Gefässerweiterung mit Erhöhung der Temperatur wahrnehmen konnten [2]).

Die Durchschneidung der Nerven und des Rückenmarks

---

1) Die Umkehrung der Erscheinung, die nach der Durchschneidung des Rückenmarks bei solchen Fröschen zu Tage trat, denen schon 10 Tage vorher der N. ischiadicus durchschnitten worden war (Versuch XIV.), erklärt sich von unserem Standpunkt aus ganz einfach aus der Isolirung der Gefässe von einer gewissen Anzahl tonischer im Gehirn und Rückenmark gelegener Centren.

2) Wenn Goltz die unmittelbar nach der Reizung der Hüftnerven folgende Zusammenziehung der Gefässe nicht bemerkt hat, so liegt das daran, dass die Beobachtung mit dem Thermometer, welche er hauptsächlich in Anwendung gebracht hatte, eine nicht sehr zuverlässige Methode ist, wenn es sich darum handelt, Gefässcontractionen von nur kurzer Zeitdauer zu constatiren; denn, wie bekannt, verlieren die thierischen Gewebe nur langsam eine Temperatur, welche sie einmal angenommen haben.

ist mit einem Wort eine traumatische Reizung, welche anfänglich eine Contraction verursacht [1]), die alsbald einer secundären Erscheinung, der Erweiterung weicht.

Aber diese ist nicht von Anfang an da; wir müssen uns hier vorstellen, dass die Durchschneidung zuerst wie ein heftiger Reiz von kurzer Dauer wirkt, der eineu Zustand latenter Reizung zurücklässt, stark genug, die Gefässe einige Zeit hindurch in einer mässigen Contraction zu erhalten, worauf dann allmälig eine stärkere und stärkere Erweiterung eintritt.

Wir gelangen jetzt zu der bemerkenswerthesten Stelle in der Arbeit von Goltz, zu derjenigen, welche am meisten zu Gunsten seiner Theorie spricht, und die mit den Ansichten, die wir angenommen haben, am allerschwersten in Uebereinstimmung zu bringen ist: wiederholte Durchschneidungen eines und desselben Nerven verursachen jedesmal von Neuem eine Temperaturerhöhung, die bis zu 4° C. geht, in dem betreffenden Gliede.

Wir rufen dem Leser zuerst die Thatsache in's Gedächtniss zurück, dass ein von seinem trophischen Centrum losgelöster Nerv ausartet und vom Centrum nach der Peripherie abstirbt; und ferner dass eine unter diesen Umständen vollzogene Durchschneidung seinen Tod beschleunigt, nachdem sie vorher eine kurze Periode vermehrter Erregbarkeit hervorgerufen hat (Rosenthal).

Wir fügen diesen beiden wohlbekannten Thatsachen noch folgende Voraussetzung, die uns zur Erklärung der Erschei-

1) Cl. Bernard bereits hat beobachtet, dass die erste Folge einer Durchschneidung der Nerven zuweilen eine Gefässcontraction sei und eine Dilatation erst später eintrete. Wir finden in seinen „Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux" (T. II. p. 509) folgende Stelle, die uns zur Begründung unserer Anschauung vom grössten Werthe erscheint: „la section du sympathique „n'amène pas toujours à l'instant même de l'opération un élargisse- „ment subit de l'artère; c'est souvent le contraire qu'on observe. En „faisant sur des lapins la section du filet cervical du sympathique „qui avoisine la carotide, on voit d'abord cette artère se resserrer au „moment de la section ou du déchirement du filet."

nung ganz unverlässig dünkt und die übrigens ganz natürlich ist, hinzu, nämlich: dass die Durchschneidung eines Nerven die vasomotorischen Fasern in einen Zustand latenter Reizung versetze, die im Stande ist eine mittlere Contraction der Gefässe zu unterhalten (Siehe oben).

Aus diesen drei gegebenen Bedingungen würde resultiren, dass die Erhöhung der Temperatur, wie sie uach einer zweiten Durchschneidung wahrgenommen wird, eine Folge der beschleunigten Erschöpfung der vasomotorischen Fasern ist. Wir haben es hier also mit einer Lähmungserscheinung zu thun.

Wir halten diese Erklärung für besser begründet, als diejenige von Goltz, der annimmt, dass durch die Durchschneidung gefässerweiternde Fasern gereizt werden, deren Vorhandensein wir bestreiten müssen.

Nach allem, was wir soeben gesagt haben, können wir nicht umhin, auf eine Analogie hinzuweisen, die uns zwischen der Innervation der Gefässe und jener des Darms zu bestehen scheint. Wir finden in der That hier und dort peripherische Nervenmechanismen, welche die Function haben, spontane Contractionen herbeizuführen und einen Einfluss des Centralnervensystems zu vermitteln. Diese Analogie erscheint uns den Thatsachen entsprechender als diejenige, die von Goltz zwischen den Gefässen und dem Herzen angenommen wird. Zunächst haben die spontanen Bewegungen des Darms und der Gefässe weit grössere Aehnlichkeit als die Contractionen der Gefässe und des Herzens: denn hier handelt es sich um durchaus unregelmässige Bewegungen ohne irgend einen Rhythmus.

Ferner finden sich in der Wand des Herzens Hemmungscentren (Sinus venosus), welche weder in den Gefässen noch im Darm nachgewiesen sind. Daher verursacht die Reizung gewisser Theile des Herzens keine Zusammenziehung, während jeder auf ein Gefäss oder den Darm ausgeübte Reiz sofort eine locale Reaction hervorruft. — In wie weit die von uns aufgestellte Hypothese sich der Wahrheit nähert, werden

erst weitere Untersuchungen erweisen. Gleichwohl haben wir es nicht für unnütz gehalten, ihr hier Ausdruck zu geben.

Schliesslich sprechen wir Herrn Prof. Goltz unseren innigsten Dank aus für die Freundlichkeit, mit der er uns die Ausführung obiger Versuche in seinem Laboratorium gestattete.

Strassburg im E., den 30 Juli 1874.

Untersuchungen über das Gehirn.
Neue Folge.

Von
Dr. Eduard Hitzig,
Privatdocent in Berlin.

II.

Lähmungsversuche am Grosshirn.

Die erste Reihe dieser Untersuchungen [1]) beschäftigte sich, insoweit die Erforschung des Grosshirns angestrebt wurde, vornehmlich mit Reizversuchen. Wenn mir auch die vielfachen Lücken und Unvollkommenheiten jener Arbeiten nicht entgehen, so glaube ich doch, dass in denselben der Stoff zu einem gewissen Abschlusse gebracht und einem Punkte zugeführt worden ist, bei welchem die Herbeiziehung anderer Methoden anfängt, dringender zu werden als die gleichwohl nothwendige Fortführung der bisher geübten.

Bereits in einer mit Hrn. Fritsch gemeinschaftlich publicirten Abhandlung [2]) waren die Resultate von zwei localisirten Lähmungs-Versuchen berichtet. Aus einer Zahl später nach derselben Methode angestellter Versuche habe ich ferner in dem erwähnten Buche einige Fälle mitgetheilt, bei denen ähnliche Verletzungen im Laufe der Zeit epileptiforme Anfälle her-

---

1) Untersuchungen über das Gehirn. Abhandlungen physiologischen und pathologischen Inhalts. Berlin, 1874.

2) Ueber die elektrische Erregbarkeit des Grosshirns. Dieses Archiv 1870, H. 3, S. 29 ff. d. Sep.-Abdr.

beigezogen [1]) hatten. Bei allen diesen Thieren hatten sich im unmittelbaren Gefolge der Hirnverletzung Anomalien der Bewegung gezeigt, welche ich mit dem Namen „Störung des Muskelbewusstseins", bezeichnete, und welche seither so vielfach besprochen worden sind, dass ich mich an dieser Stelle auf ihre Erwähnung beschränken darf. Später werden wir ihrer noch eingehender zu gedenken haben. Ausgehend von diesen Versuchen hatte ich unter Benutzung der Reizversuche den Schluss gezogen, dass die ziemlich allgemein verbreitete, ursprünglich von Flourens herrührende Ansicht von dem Verhältniss der Substanz des Grosshirnes zu den ihm zugeschriebenen Functionen irrig sei. Ich behauptete, dass die Hirnlappen nicht, wie Flourens wollte, mit ihrer ganzen Masse für die ungeschmälerte Ausübung ihrer Functionen einträten, ohne dass es gesonderte Gebiete für die verschiedenen Fähigkeiten, oder für die verschiedenen Wahrnehmungen gäbe; ich schloss vielmehr, „dass sicher einzelne seelische Functionen, wahrscheinlich alle, zu ihrem Eintritt in die Materie, oder zur Entstehung aus derselben, auf circumscripte Centra der Grosshirnrinde angewiesen seien." [2])

Insoweit dieser Schluss sich lediglich auf meine eigenen Versuche stützte, konnte man ihm eine Lücke in der Beweisführung vorwerfen. Sämmtliche Versuche waren im Gyrus *e* meiner Figuren (Gyr. postfront. Owen) ausgeführt worden. Wenn nun durch dieselben auch die Reaction einer bestimmten Stelle gegen lähmende Einflüsse festgestellt schien, so fehlten doch die Parallelversuche an den übrigen Theilen der Hirnrinde, und es wäre immerhin möglich gewesen, dass von dort aus dieselben Erscheinungen hätten hervorgebracht werden können. War doch den früheren Beobachtern jene Störung des Muskelbewusstseins, als Folge von Hirnverletzungen, überhaupt entgangen. Man konnte also nicht wissen, ob sie das Vorderhirn nur nicht untersucht, oder ob sie an die Auf-

---

1) Untersuchungen u. s. w. S. 271 ff.

2) G. Fritsch und E. Hitzig. Ueber die elektrische Erregbarkeit des Grosshirns. S. 33 d. Sep.-Abdr.

suchung der fraglichen Anomalie überhaupt nicht gedacht hatten. Dieser Einwand gewann unstreitig an Gewicht durch den Umstand, dass in neuester Zeit wenn auch unberechtigte Zweifel gegen die von mir behauptete Auslösung der Reizphänomene von den excentrischen Partien des Grosshirns vorgebracht worden sind.

Freilich hat Nothnagel in seinen experimentellen Untersuchungen über die Functionen des Gehirns [1]) Lähmungsversuche an den verschiedensten Stellen der Rinde vorgenommen, indem er dort Chromsäureherde von Hirsekorngrösse schuf. Indessen scheinen mir diese an und für sich sehr werthvollen Versuche die aufgeworfene Frage zwar wesentlich zu fördern, aber nicht gänzlich zu erledigen. Nothnagel erhielt zunächst an Kaninchen und dann auch an einigen Hunden dieselben Störungen des Muskelbewusstseins, welche wir beschrieben hatten. Bei den Hunden war es in der That die gleiche, bei den Kaninchen, wenigstens scheinbar, eine analoge Stelle, welche so reagirte. Aber Nothnagel fügt seiner Schilderung folgenden Passus hinzu: „Ich habe selbstverständlich die verschiedenar- „tigsten Punkte der Hirnoberfläche untersucht —, aber von „keinem aus, jenen beschriebenen ausgenommen, habe ich „etwas Analoges beobachtet. Sehr oft sieht man allerdings, „namentlich wenn man sich in der Nähe unseres Herdes be- „findet, die Störung eintreten; aber sie ist nur transitorisch, „in den ersten Stunden nach der Operation vorhanden. Län- „gerdauernd erscheint sie allein bei der Verlet- „zung jener begrenzten Hirnpartie [2])“ Hieraus ist nicht deutlich zu ersehen, ob jene Störung nicht auch bei Verletzung entfernter Hirnpartien erscheint, und ferner ist nicht ausgesprochen, welcher ursächliche Zusammenhang zwischen derartigen vorübergehenden Störungen und Verletzungen irgend welcher anderer Rindenbezirke anzunehmen sei.

Insbesondere vermisse ich hier die ausdrückliche Erwähnung des Umstandes, ob alle vier Extremitäten, oder nur eine Körperseite betroffen war, denn wenn etwa jener eigenthüm-

---

1) Virchow's Archiv. Bd. 57.

2) A. a. O. S. 13 d. Sep.-Abd.

liche Zustand von Stupor, in welchem sich so eben operirte Thiere, wahrscheinlich vorzugsweise in Folge der eben bestandenen deprimirenden Affecte, gelegentlich befinden, die Ursache gewesen wäre, so konnte die Störung der normalen Bewegung unmöglich nur in einem Beine oder nur in einer Körperseite Platz greifen. Im anderen Falle aber hätte diese scheinbar nebensächliche Bemerkung Nothnagel's mancherlei zu denken gegeben und erforderte jedenfalls eine weitere Aufklärung.

Ich habe an dieser Stelle auch noch die Bemerkung einzuschalten, dass die Ansichten Nothnagel's über den Werth der Symptome mit Rücksicht auf die Periode des Krankheitsverlaufes mindestens für die von mir angewendete Methode nicht zutreffen. Nothnagel legt einen sehr geringen Werth auf das, was man gleich nach vollbrachter Operation sieht. Dem gegenüber habe ich geglaubt, mir die grösste Mühe geben zu sollen, gerade das unmittelbare Resultat der Verletzung festzuhalten.

Natürlich werden Störungen in dem allgemeinen Verhalten des Versuchsthieres nicht auf den localen Insult bezogen werden dürfen. Es wird nichts beweisen, wenn ein auf's Aeusserste deprimirtes Geschöpf mit allen seinen Gliedern geduldig allerlei Ungewöhnliches vornehmen lässt oder selbst vornimmt. Wenn aber locale Veränderungen der Muskelwirkung in Theilen der gegenüberliegenden Körperhälfte auftreten, so werde ich diese mit grösserem Rechte dann auf die verletzte Region selbst beziehen, wenn sie sofort nachzuweisen sind, als wenn sie erst nach Verlauf irgend einer Zeit in die Erscheinung treten. Eigentlich bedarf es hierfür keines Beweises. Wer aber nach solchen dennoch begierig ist, der wird eine Fülle derselben in den unten folgenden Beobachtungen finden. Ich wenigstens war und bin von dieser Ueberzeugung so durchdrungen, dass ich lediglich ihretwegen von der Anwendung der Narkotica fast durchgehends absah, obwohl dadurch mein Werk viel mühsamer und langwieriger wurde, und obwohl ich den Hunden gern ihre Qual erspart hätte.

Erschien die Fortführung dieser Lähmungsversuche nun schon durch die angeführten Erwägungen geboten, so war ja offen-

bar die Möglichkeit fernerer Erkenntniss der besonderen Eigenschaften der Hirnrinde durch die Auffindung unseres Herdes für das Muskelbewusstein und desjenigen Herdes, welcher Nothnagel mit eigentlichen Lähmungen antwortete [1]), nicht erschöpft. Es fragte sich vielmehr, ob man nicht noch andere Störungen im Verhalten der Thiere durch Verletzungen der Grosshirnrinde würde hervorbringen können. Die Muskelbewegungen, welche der einzige äusserlich wahrnehmbare Ausdruck des inneren Geschehens sind, erscheinen freilich und nicht nur den ganz oberflächlichen Beobachtern als etwas relativ Einfaches. Sobald man sich jedoch in die Details der pathologischen Bilder vertieft, ahnt man, wie complicirt, wie mannichfaltig die Bedingungen sind, welche sich zur Auslösung der Action gruppiren, welche sie bei ihrem Verlaufe begleiten. Ein Theil der organischen Unterlagen jener Bedingungen liegt gewiss im Grosshirn. Würde es gelingen, noch etwas von denselben zu erkennen? Wenn Nothnagel bei der von ihm benutzten Methode nichts Weiteres fand, so konnte dies theils eben an jener Methode theils an der Individualität des gewählten Versuchsthieres liegen; denn dieser Forscher untersuchte fast ausschliesslich Kaninchen.

Ich entschloss mich, die früher eingeschlagene Methode der Trepanation und Exstirpation kleinerer oder grösserer Hirnabschnitte vor der Hand beizubehalten, und ebenso bediente ich mich desselben Versuchsthieres, des Hundes. Nothnagel hat im Eingange seiner ersten Abhandlung die Vorzüge seiner eigenen, gegenüber den älteren Methoden abgewogen. Allerdings ist für bestimmte Zwecke, nämlich für die Erforschung tiefer gelegener Theile, die interstitielle Injection unersetzlich, und gerade Nothnagel's Versuche beweisen, wie fruchtbar sie werden kann. Für eine ausgiebige Erforschung der oberflächlichen Schichten hingegen scheint mir die von mir angewendete Methode, oder eine ähnliche, mit herangezogen werden zu müssen. Wenn auf die Zerstörung sehr kleiner Stellen irgend eine wohl charakterisirte Anomalie folgt, so

---

1) A. a. O. S. 18.

hat man freilich einen grossen Schritt relativ schnell vorwärts gethan. Wenn das Resultat aber ein negatives ist, so muss immer der Einwand erhoben werden, dass die Zerstörung zu klein war, um nennenswerthe Gebiete irgend welcher Functionsherde auszuschalten. Ich hätte deshalb an und für sich vorgezogen, erst grössere Gebiete der Rinde zu zerstören, und dann nachzusehen, ob sich die erlangten Resultate mit der feineren Methode genauer localisiren liessen. Es würde sich nur fragen, ob die von Alters her gegen die Sicherheit meiner Methode erhobenen Einwürfe in der That wesentlich sind, ob wirklich mit derselben das Versuchsergebniss alterirende Fehler eingeführt werden. Ich muss dies bestreiten.

Man hat den Blutverlust, die Erkältung der Gehirnoberfläche und die Veränderung der Druckverhältnisse innerhalb der Schädelkapsel angeführt. Die Menge Blutes, welche ein Hund bei der Eröffnung des Schädeldaches verlieren wird, ist freilich vorher nicht zu bestimmen, ihre Grösse hängt neben der Uebung des Experimentators von Zufälligkeiten ab. Muss man zu Anfang der Trepanation ein grosses Knochengefäss durchschneiden, so kann der Blutverlust allerdings ganz enorm sein. Der Hund ist dann nach Beendigung der Operation sehr schwach, die Schleimhäute sind blass, und in diesem Falle sind irgend welche sichere Wahrnehmungen während des ersten Tages von ihm nicht zu gewinnen; dann aber erholt er sich wieder und bietet ein brauchbares Beobachtungsobject dar, sobald nicht noch andere Umstände dazu treten. So erhebliche Blutungen sind aber eben nur seltene Unfälle, wie sie wohl bei allen Thierversuchen vorkommen. In der Regel lässt sich der Blutverlust auf ein Maass beschränken, welches bei der relativen Grösse der Versuchsthiere nicht in Betracht kommt. — Die Erkältung der Gehirnoberfläche und das Abfliessen der Cerebralflüssigkeit sind hingegen für Versuche am Grosshirn gänzlich indifferent. Davon habe ich mich durch eine lange Reihe von Vivisectionen mit negativem Resultate überzeugt. Solche Versuchsthiere springen, auch wenn sie eine ziemliche Quantität Blut dazu verloren haben, mit vollkommener Sicherheit vom Tisch und benehmen sich überhaupt, als wenn sie

gesund wären. Im höchsten Grade störend kann jedoch der deprimirende Affect sein, welchen die Erduldung der Fesselung und des Schmerzes hervorbringt, wenn er, wie das in einzelnen Fällen vorkommt, das gewöhnliche Maass weit übersteigt. Es ereignet sich, dass so erschreckte misstrauisch gewordene Thiere sich noch am zweiten oder dritten Tage nach der Operation bei jeder Annäherung des Beobachtenden niederkauern, nicht zum Stehen oder Sitzen zu bewegen sind und in ihrer Angst allerlei Dinge geduldig mit sich vornehmen lassen, gegen die ein gesunder Hund reagirt. Ich muss dahingestellt sein lassen, ob dieser Uebelstand bei der einfachen Durchbohrung des Schädels fortfällt.

Im Uebrigen wird die Eröffnung des Schädels und die Fortnahme selbst grosser Theile des Gehirns von den Hunden vortrefflich ertragen, sobald man dem Wundsecret freien Abfluss lässt. Letzteres ist indessen unbedingt nöthig. Ich habe mehrere Thiere deshalb verloren, weil die Hautwunde primär verklebte. Einige andere Thiere wurden von einer halbseitigen, fibrinösen, fibrösen, manchmal auch hämorrhagischen Pachymeningitis befallen, welche als nebensächliches Sectionsergebniss zu notiren war. Bald verlief diese Krankheit ohne äussere Symptome, bald trat ähnlich wie beim Menschen allgemeine Hyperästhesie deutlich hervor.

Wenn nun auch die erwähnten Einwände unwesentlich erscheinen, so existiren doch andere Umstände, welche diese Methode und die Verwendung von Hunden überhaupt statt der Kaninchen höchst beschwerlich machen. Ich will nicht von der Kostspieligkeit der Beschaffung und Erhaltung des Materiales reden. Aber die Ausführung jeder einzelnen Operation, die Sorge für Beobachtung und Pflege einer schnell anwachsenden Hundeklinik, ferner die Ausführung der häufig recht mühsamen Section sind unsäglich viel zeitraubender, als wenn man sich an die Kaninchen hielte. Ich konnte endlich kaum 10 Hunde auf einmal unterbringen, und doch ist ihre Zahl nicht selten bis auf 15 gestiegen. So bestimmte mich denn nur die Rücksicht auf die höhere Organisation des Versuchsthieres zum Ausharren bei diesem.

Sämmtliche Operationen, bei denen nicht ausdrücklich etwas Anderes gesagt ist, beziehen sich auf die linke Hemisphäre und folgerecht die entstehenden Symptome auf die Extremitäten der rechten Seite. Es ist wohl selbstverständlich dass auch die Extremitäten der anderen Seite, ebenso wie auch der Zustand der Pupillen und des Sehorgans überhaupt mit untersucht wurden. Der grösseren Uebersichtlichkeit wegen habe ich aber die Einzelberichte über negative Befunde, ebenso wie die durch vorstehende Bemerkung unnöthig gewordene Bezeichnung der Körperhälften möglichst unterdrückt. Wenn ich so durch Weglassen alles irgend Entbehrlichen die grösste Kürze anstrebte, so hielt ich doch die Wiedergabe meiner Beobachtungsprotocolle diesmal für erforderlich, und ich darf hoffen, dass der Leser nach Kenntnissnahme derselben mir zustimmen wird.

Einige andere die Operation selbst und die Wundheilung betreffende Details schicke ich voraus. Die Pia wurde in der früher beschriebenen Weise frei gelegt und sodann das zu entfernende Stück Hirn mit dem Kystotom des Daviel'schen Löffels umschnitten. Eine kleine Siegellackmarke diente dazu, die Innehaltung der beabsichtigten Tiefe zu sichern. Grössere Venen wurden möglichst geschont, und dennoch entstehende stärkere Blutungen, wenn es anging, zuvörderst gestillt. Dann wurde, wenn ausgedehntere Flächen ausgeschaltet werden sollten, ein etwas grösserer Staarlöffel in die Hirnwunde eingeführt, und auf diesem mit dem kleineren Daviel'schen Löffel das umschnittene Stück entfernt. So gelingt es leichter, das Herauszerren der Marksubstanz zu vermeiden und die Wunde auf die gewollte Region zu begränzen. Manchmal jedoch machten erhebliche Blutungen die Verwendung des zweiten Staarlöffels unmöglich. Blutete die Hirnwunde nachher noch nennenswerth, so drückte ich einige Streifchen Feuerschwamm auf und liess dieselben gewöhnlich so lange liegen, bis sie durch die Eiterung oder die Schwellung der Hirnmasse an das Niveau der Hautwunde befördert waren. Meistens erscheint in den nächsten Tagen ein mehr oder weniger grosser Prolaps in der Wunde, der sich in gleichem Schritte mit der Heilung der

Hautwunde mit Granulationen bedeckt, verkleinert und endlich in der Knochenlücke eine bindegewebige, stellenweise gallertige, bräunlich-gelbliche Masse zurücklässt. Diese hängt einerseits mit der Hautnarbe, andererseits mit der Hirnsubstanz und an ihren Rändern mit den Hirnhäuten zusammen. Manchmal erscheint aber auch kein Prolaps und bei der Section nur eine sehr unbedeutende Adhäsion. In einem Falle war die Knochenlücke durch neugebildeten Knorpel und Knochen vollständig ausgefüllt.

Ich habe schon früher darauf hingewiesen, dass es im höchsten Grade interessant sein würde, nachzusehen, ob und nach welchen Theilen hin sich secundäre Degenerationen im Gefolge excentrischer Verletzungen entwickeln. Reichte auch für dieses Mal meine Zeit zur gleichzeitigen Lösung dieser Aufgabe nicht aus, so wünschte ich doch, dass das einmal vorhandene Material hierfür verwerthet würde. Deshalb hielt ich denn viele meiner Hunde nachdem sie längst gesundet waren, bis zum Schlusse des Semesters am Leben und übergab dann ihre Gehirne Hrn. Fritsch, der sich zur mikroskopischen Untersuchung derselben gern bereit erklärte. Hr. Fritsch wohnte zu diesem Endzwecke den betreffenden Sectionen bei, unterstützte mich bei denselben und fertigte die Zeichnungen zu den Gehirnen an, welche unmittelbar in seinen Besitz übergingen. Dies gilt rücksichtlich der vorliegenden Arbeit von den Figg. 1, 3, 4, 5, 8. Hierfür bin ich ihm zu Danke verpflichtet. Hoffentlich werden auch die von mir berichteten Resultate durch die seinerseits zu erwartende genauere Beschreibung der Präparate an Beweiskraft noch gewinnen. Bei den anderen Versuchen fixirte ich die Verletzung durch Eintragungen in gedruckte Schemata, wozu mir die Figg. 1 und 10 meines Buches gute Dienste leisteten. Einen Theil der nach dem 1. August gewonnenen Gehirne habe ich mir selbst zur mikroskopischen Untersuchung aufbewahrt.

I. Gruppe, Verletzungen der Gyri *a. b. c.*

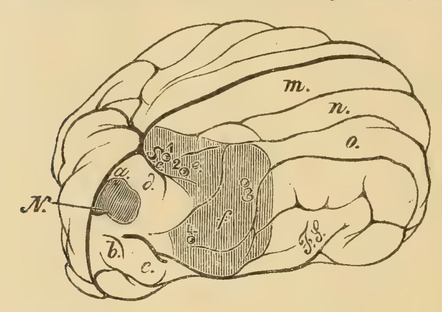
Bei den hier in Frage stehenden Operationen wird man in der Regel entweder die Stirnhöhle eröffnen, oder ein Stück

des Gyrus *d* mit aufdecken müssen. Allerdings lässt sich Beides durch Verwendung einer sehr kleinen, unmittelbar neben der Mittellinie aufzusetzenden Trephine vermeiden. Indessen ist dieses Verfahren nicht gerade empfehlenswerth. Wenn die Schädelknochen einigermaassen dick sind, lässt sich von einer so kleinen Lücke aus schlecht weiter arbeiten, zudem riskirt man entweder den Sin. longit. zu verletzen, oder doch in die Stirnhöhle zu gerathen. Diese Uebelstände fallen um so mehr ins Gewicht, als die Eröffnung der Stirnhöhle, auch wenn sie vereitert, ganz gut ertragen wird, und die Aufdeckung des medialen Endes des Gyrus *d* das Resultat nicht complicirt. Eine Trephine von 11 Mm. Durchmesser hat sich mir als zweckmässig erwiesen.

Zur Orientirung bei allen das Vorderhirn betreffenden Operationen muss man sich an den Process. zygom. ossis frontis halten. Die Grösse des Hundehirns steht durchaus nicht in gradem Verhältniss zur Grösse des Kopfes; sondern die Volumzunahme des Kopfes grosser Hunde wird hauptsächlich durch zunehmende Entwicklung der Stirnhöhlen gedeckt, so dass man sich ohne einen festen Anhaltspunkt ganz erstaunlich verirren kann. Als solcher dient am Besten der Process. zygom. mit dem zwischen ihm und dem rudimentären Process. frontal. des Jochbogens befestigten Augenbogenbande. Letzteres tritt beim Hunde an die Stelle des Process. front. ossis zygom. hominis, und ist wie eine scharfe Leiste durch die Bedeckungen durchzufühlen. Das mediale Ende des Sulc. cruciatus trifft man nun bei kleinen und mittelgrossen Hunden ziemlich genau, wenn man 13—15 Mm. nach hinten von der Verbindungslinie der frontalen Insertion beider Augenbogenbänder abmisst. Von diesem Punkte aus lässt sich unter Zuhülfenahme eines Spiritusgehirns der jedesmalige Ort für die Trepanation unschwer berechnen.

Versuch I.

Oberflächliche Verletzung des Gyrus a. Keine Anomalien der Motilität. Fibrinöse Pachymeningitis.



F. S. Fossa Sylvii. S.c. Sulcus cruciatus. 1. Reizpunkt für das Hinterbein. 2. Ungefähre Lage der Reizpunkte für das Vorderbein. 3. Reizpunkt für Bewegung und Schluss des Auges. 4. Reizpunkt für Fressbewegungen. Schraffirte Stelle hinter S.c. erregbare Zone. N. Nabe.

Einer mittelgrossen, schwarzgelben Hündin wurde am 1. Juni 1874 unter geringem Blutverlust eine oberflächliche Verletzung in der Ausdehnung von 1/4 des Lumens einer 14 Mm. Trephine an der hinteren Grenze des Gyrus *a* dicht an *d* beigebracht. Nach der Operation ist der Hund sehr lebhaft, wenn auch etwas eingeschüchtert, springt leicht vom Tische und zeigt keinerlei Störung.

2. Juni. Sehr munter, etwas furchtsam. Wunde durch einen braunschwarzen, leicht blutenden Prolaps ausgefüllt. Linksseitige eitrige Conjunctivitis, sonst keine Störung.

3. Juli. Status idem, ausserdem bei jeder Berührung Geschrei. Die Heilung der Wunde verlief in der gewöhnlichen Weise. — Die Empfindlichkeit gegen jede Berührung dauerte noch mehrere Wochen an, während die Conjunctivitis bald heilte. Anderweitige Störungen zeigten sich nicht.

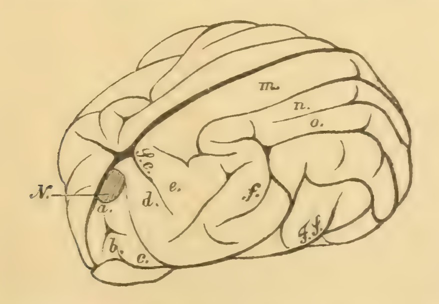
22. Juli. Der Hund ist sehr munter, zeigt keinerlei Anomalien, insbesondere nicht in der Motilität und am Auge. Vergiftung durch Cyankalium.

Section. Schädellücke durch eine sehr derbe, bindegewebige, zum Theil sehr blutreiche, gelbbraun gefärbte

und mit der äusseren Haut verwachsene Masse verschlossen, 12 Mm. in sagittaler, 13 Mm. in frontaler Richtung im Durchmesser haltend. Die bindegewebige Auflagerung hat 8 Mm. in sagittaler und 10 Mm. in frontaler Richtung im Durchmesser und reicht genau bis an die Medianspalte. Die Dura zeigt an ihrer Innenfläche über der linken Convexität eine dünne, weiche, gelbliche, fibrinöse Auflagerung und adhärirt durch dieselbe locker der Pia; rechte Convexität normal. Die Markstrahlung unterhalb des Hirndefects, sowie die Rindenschicht der Umgebung, besonders die der medialen Fläche sehr atrophisch. Namentlich auch ist der Einschnitt, welchen die vordere Verlängerung des Sulcus calloso-marginalis macht, kaum angedeutet. Die lateralwärts von dem Hirndefect liegende Rindensubstanz ist durchscheinend, verwaschen, weniger grau, als auf der anderen Seite. In der weissen Masse finden sich punktförmige, lineär angeordnete, etwas deprimirte, ziemlich weit in die Substanz hineinreichende, rothbraune Stellen. An der Exstirpationsstelle selbst ist die Stelle der Hirnsubstanz auf ca. 4 Mm. tief von einer derben, bräunlichen mit einigen Blutpuncten durchsetzten Masse eingenommen. Das sonst normale Corpus striatum ist deutlich nach oben dislocirt.

Versuch II.

Oberflächliche Verletzung des Gyrus a. Keine Anomalien der Motilität. Ophthalmie des rechten, Conjunctivitis des linken Auges. Eczeme. Fibrinöse Meningitis.



Einem kleinen, gelbweissen Hunde wurde am 22. Mai 1874 mit der 14 Mm. Trephine ein Theil des Vorderlappens und

des Sinus frontalis aufgedeckt. Exstirpation eines keilförmigen Stückes des Gyrus *a* in der Tiefe von etwa 4 Mm. Blutung mässig. Unmittelbar nachher zeigt der Hund keine Anomalien.

23. Mai. Keine Spur von Störung des Muskelbewusstseins, weder in der Vorder- noch in der Hinterextremität.

24.—27. Mai wurde der Hund wegen einer Reise nicht beobachtet.

28. Mai. Wunde verklebt; nach Entfernung des Schorfes erscheint eine mässige Quantität gelben Eiters; darunter geringer Prolaps. Allgemeine Depression, der Kopf hängt herab; Der Hund sitzt regungslos, sehr tiefe, langsame Respiration. Beide Lidspalten verklebt, die Bulbi mit dickem, gelbem Eiter bedeckt, nach Ausspülung desselben erscheint die linke Cornea leicht sammtartig, die rechte fast ganz undurchsichtig, grau, in ihrem Centrum ein fast linsengrosser Herd mit einer kleinen Perforation, die Iris, wie durch die noch durchsichtige Randzone zu bemerken, leicht verfärbt. Nach Ausspülung der Lidspalten läuft der Hund in der Stube herum, ohne andere Motilitätsstörungen zu zeigen, als etwas allgemeine Schwäche. Auf dem rechten Hinterkopf quillt zwischen den Haaren dicker gelber Eiter hervor, bei der Reinigung dieser Stelle gehen sämmtliche Haare aus, so dass eine kreisrunde zweigroschengrosse granulirende, leicht blutende Wunde zurückbleibt.

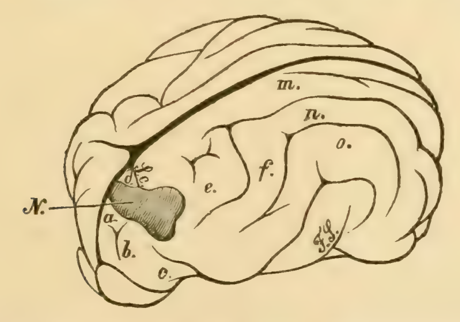
30. Mai. Hat seit gestern nicht gefressen, Wunde verklebt, grosse Schwäche, mühsamer Husten. Auf der rechten Hinterbacke ein groschengrosser, auf der linken ein thalergrosser, auf dem Os sacrum ein achtgroschengrosser Hautdefect mit den oben beschriebenen Eigenschaften, nur fehlt die Eiterung und die Wunden sehen blass aus. Die Perforation der rechten Cornea hat sich vergrössert, etwas Prolaps, die Cornea ist abgeplattet und sehr weich, die Conjunctiva nur mässig injicirt; das linke Auge ist fast normal, nur leicht verklebt. Hauttemperatur für die zufühlende Hand sehr kühl. Das Thier wird getödtet.

Section: Schädelknochen auf etwa 1 Cm. hinter der Trepanationsstelle aussen etwas missfarbig, innen rauh und

vascularisirt. Dura beiderseits, mehr noch rechts mit starken fleckweisen Vascularisirungen, Falx sehr verdickt, von gelblicher Farbe mit zahlreichen Gefässen durchsetzt. Die Wurzeln des Trigeminus, rechts vielleicht weicher, als links. Am Ganglion Gasseri und seiner Umhüllung keine Anomalien. Pia rechts normal, links von einer dünnen, leicht abziehbaren, fibrinösen Auflagerung bedeckt, am Pons leicht gelblich gefärbt, ohne Substanzverlust abziehbar. Die Zerstörung des Hirns ist relativ gering, hat kaum die Rinde durchdrungen, keinen Keil hinterlassen. An der medialen Fläche des Vorderlappens im Zusammenhange mit dem Herd erscheint die Pia trüb, gelblich gefärbt, mit vielen Gefässen versehen. Im mittleren Lappen der linken Lunge haselnussgrosse, schiefergraue Hepatisation, in beiden oberen Lappen auf beiden Seiten, hauptsächlich an den Rändern zahlreiche über Linsengrosse und kleinere, frische subpleurale Ekchymosen.

Versuch III.

Tiefgreifende Auslöffelung der Gyri a. b. c. Spurweise Alteration der Bewegung in der Vorderpfote vom 4. bis 6. Tage.



Dislocation des Sulc. cruc. und seiner Nachbarwindungen. Wucherung der Auflagerung über die aufgedeckte Zone hinaus.

Einer mittelgrossen, graugelben, etwas räudigen Hündin wurde am 5. Juni 1874 Gyrus *a* und ein Stück von *d* freigelegt, die Knochenwunde mit der Zange über *a* etwas erweitert und dieser Gyrus, soweit man dazu kommen konnte, tief exstirpirt. Nach der Operation keine Anomalien.

6. Juni. Sehr scheu, frisst und säuft nicht; heisse Haut; das rechte Auge secernirt eine ziemlich dünne, schleimig-eitrige Flüssigkeit. Sonst keinerlei Anomalie.

7. Juni. Status idem.

8. Juni. Immer noch sehr scheu, beginnender Prolaps, lässt die rechten Extremitäten, spurweise nach hinten verschieben, was er linkerseits nicht leidet.

11. Juni. Sehr grosser Prolaps. Keine Störungen der Bewegung mehr nachweisbar.

18. Juni. Die Wunde beginnt zu vernarben.

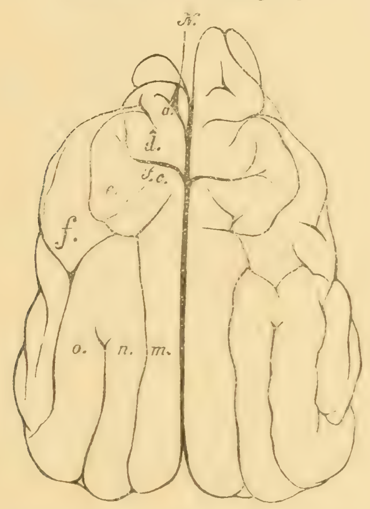
1. Juli. Wunde ganz vernarbt, die Räude nimmt zu, dabei ist der Hund sehr munter.

22. Juli. Räude über den ganzen Körper, sonst keinerlei Anomalien. Vergiftung mit Cyankalium.

Section. Hautwunde fest vernarbt, Defect der äusseren Tafel, in sagittaler Richtung 13, in frontaler Richtung 15 Mm. im Durchmesser von einer sehr derben, nur hier und da etwas sulzigen und an diesen Stellen gelb gefärbten und blutreichen, bindegewebigen Masse ausgefüllt. Dura und Pia beiderseits normal, nur an der Umgebung der Hirnnarbe adhärent. Die bindegewebige Auflagerung reicht von dem Gyrus *a* über *d* hinaus nach *e* zu, hat in frontaler Richtung 13 Mm. in sagittaler Richtung 7 Mm. im grössten Durchmesser. Ihre allgemeine Gestalt ist dreieckig, mit der Medianlinie zugewendeter Spitze. Der Sulcus cruciatus ist linkerseits um stark 3 Mm. nach vorn dislocirt. Die ganze, den Defect umgebende Hirnpartie erscheint gegen die andere Seite leicht abgeflacht. Der Gyrus *a* hat rechts eine durchschnittliche Breite von 8, links von 4 und 3 Mm., ausserdem erscheint dieser Gyrus links beträchtlich verkürzt. Eine genaue Messung ist wegen der Verwischung seiner hintern Grenze nicht ausführbar. Die Hirnnarbe zieht sich strangförmig nach dem Vorderhorn zu. Dieses, wie auch die Ganglien nach vorn dislocirt. Das Ependym normal.

Versuch IV.

Tiefgreifende Auslöffelung der Gyri a. b. c. Keine Anomalien der Bewegung.



Einem mittelgrossen jungen Hunde einer grossen Race wurde am 6. Juli 1874 zunächst eine Trepankrone von 11 Mm. dicht neben der Mittellinie und vorn aufgesetzt. Da hiermit nur die Stirnhöhle eröffnet war, so wurden Gyri *a*, *b* mit der Knochenzange freigelegt und dieselben sodann mit einem grossen Staarlöffel, soweit sie überhaupt zu erreichen waren, tief exstirpirt. Blutung mässig. Nachher zeigt der Hund keinerlei Anomalien.

7. Juli. Hat gefressen und läuft, wenn auch misstrauisch, in der Stube herum. Keine Störung der Bewegung.

18. Juli. Wunde geheilt. Etwas Husten, sonst sehr munter.

24. Juli. Viel Husten, sonst sehr munter. Vergiftung durch Cyankalium.

Section. Nach Abtragung des Pericranium erscheint an dem vorderen Ende des Schädeldachs, etwas auf die rechte Seite hinüber greifend, eine etwa zweigroschengrosse, tiefe Depression, welche durch eine weisse, feste Masse von theils knor-

peliger, theils knochiger Consistenz ausgefüllt ist. Diese wird in ihrer knöchernen Umgebung in einem Stück zur näheren Untersuchung abgetragen und von der Dura gelöst. Nach Zurückschlagung der sonst durchaus normalen, nur an einer ganz kleinen Stelle mit der Pia verwachsenen Dura sieht man unter der Pia an ihrer der Falx zugekehrten Seite im Bereiche des vorderen Drittels der Hemisphäre ein dunkelrothes, frisches, confluirendes Extravasat. Aehnliche submeningeale Extravasate finden sich in grosser Menge an der Basis, besonders am Pons und bis in den Wirbelkanal hinein. Die Gyri *a*, *b*, *c* sind ausserordentlich atrophisch. Links beträgt der kleinste Durchmesser in der Horizontalebene 4, rechts 8 Mm., der grösste links knapp 7, rechts 15 Mm.; beim Aufgiessen von Wasser löst sich ein Stück Falx, welches mit der medialen Fläche des Randwulstes verwachsen war, ab und gewährt so den Einblick in eine den Vorderlappen einnehmende, von bräunlich gefärbten, fetzigen Wänden umgebene Höhle. Der Sulcus cruciatus links etwas nach vorn dislocirt und der Gyrus *d* etwas verschmälert.

Versuch V.

Tiefgreifende Auslöffelung der Gyri a. b. c. Allgemeine Krämpfe am 5. und 6. Tage. Ausserdem keine Anomalien der Bewegung.

Einem mittelgrossen, schwarzen Hunde wurde am 26. September 1874 mit einem Trepan von 11 Mm. Durchmesser der Sinus frontalis eröffnet und von hier aus die Dura über Gyrus *a* aufgedeckt. Bei Incision derselben entsteht eine beträchtliche, nicht zu stillende Blutung aus einer verletzten Vene. Auslöffelung der Gyri *a*, *b*, *c*, soweit sie zu erreichen waren, dabei starke Blutung. Tamponade der Hirnwunde mit zwei Schwammstreifen. Nach der Operation springt der Hund vom Tische, ist sehr munter, und zeigt keinerlei Anomalien.

27. September. Die Wunde fast ganz verklebt, ein Schwammstreifen wird entfernt Durchaus keine Anomalien.

27. September. Die Wunde klafft, leichter braun-

schwarzer Prolaps; der Rest des Feuerschwammes wird entfernt, keinerlei Anomalien.

29. September. Status idem.

30. September. Bei der Untersuchung war der Hund durchaus normal, hatte einen ziemlich grossen Prolaps. Während er nachher in der Stube umherlief, trat plötzlich ein kurzdauernder Anfall von Krämpfen ein, durch die der Hund nach links gegen die Wand geschleudert wurde. Die Pupillen waren beide dilatirt und beide Bulbi nach rechts gedreht. Die Dauer des Anfalles war so kurz gewesen, dass über die sonst betheiligten Muskeln nichts Sicheres beobachtet werden konnte. Nach demselben trat Erbrechen einer flüssigen, grünlichen Masse und starkes Speicheln ein, auch war der Hund, wie sich aus seinen taumelnden Gange schliessen liess, offenbar schwindlig. Nochmalige genaue Untersuchung wies die Abwesenheit anderweitiger Anomalien nach.

1. October. Schwindlig, stark speichelnd, soll auch wieder gebrochen haben, so dass wahrscheinlich wieder ein Krampfanfall dagewesen ist. Sonst keinerlei Anomalien.

2. October. Verhält sich wieder normal.

7. October. Wunde beginnt zu vernarben.

10. October. Wunde vernarbt.

18. October. Der Hund hat sich bisher ganz normal verhalten. Der Obductionsbericht über ihn wird gegeben werden, wenn von den doppelseitigen Exstirpationen die Rede sein wird.

Betrachten wir das Resultat der vorstehenden fünf Versuche, so ergiebt sich zunächst ganz übereinstimmend und ohne die geringste Abweichung, mochte nun die experimentelle Verletzung des Gehirns ganz oberflächlich sein, oder mochte sie den Hirntheil in seiner ganzen Tiefe betreffen, dass niemals irgend eine Functionsstörung erschien, welche auf die Hirnwunde selbst hätte bezogen werden dürfen. Dieses Resultat ist im höchstem Grade bemerkenswerth und wichtig. Durch dasselbe ist der letzte und nicht mehr anzufechtende Beweis für die Localisa-

tion im Grosshirn gegeben. Wir werden später noch sehen wie ausserordentlich gut sich Hunde zum Studium von Motilitätsstörungen eignen, und wie schön man jede, den normalen Complex ihrer Bewegungseigenthümlichkeiten alterirende Nüance zur Anschauung bringen kann. Wenn nun in den vorstehenden Versuchen keine primäre Alteration der Motilität in die Erscheinung trat, und wenn andererseits unendlich viel kleinere Läsionen anderer cerebraler Provinzen unfehlbar zu wohlcharakterisirten Defecten der Motilität führen, so ist zuvörderst und im Allgemeinen der Schluss gerechtfertigt, dass es im grosen Gehirne Organgruppen giebt, welche in directer Beziehung zu den Körperbewegungen stehen, und dass es ferner andere Organgruppen giebt, welche nicht in directer Beziehung zu den Körperbewegungen stehen. Das ist der Fundamentalsatz, auf dessen Feststellung schon unsere ersten Versuche zielten, der durch Nothnagel's Versuche weiter gekräftigt wurde, und der durch die Versuche dieser Gruppe wohl gegen jeden Zweifel gesichert sein dürfte. Längst schon geht das Bestreben der normalen und pathologischen Physiologie dahin, Vorstellungen in ihr Lehrgebäude einzufügen, welche auf sinnlich wahrnehmbare, einfache und unveränderliche Dinge zurückgreifen und einen Halt abgeben für die wehenden Gewänder psychischer Lebensäusserungen, für die proteischen Resultate der Hirnautopsien. So roh vorläufig unsere Abgrenzungen auch sein mögen, sie eröffnen doch die Hoffnung, dass sich das übrige Material mit der Zeit in ihnen und um sie gruppiren werde, während man noch vor Kurzem das grosse Gehirn kaum als ein Object für die Forschung anerkennen wollte.

Im Besonderen dienen diese Versuche zur Bestätigung meiner Reizversuche, welche ihrerseits ebenfalls Reactionslosigkeit dieser Theile ergaben, während Ferrier[1]) auch von hier aus allerlei Bewegungen hervorgerufen hatte.

---

1) The fourth Volume of the West Riding Lunatic Asylum Medical Reports, which has just been published, contains (under Nr. 1) a paper by Dr. William B. Carpenter, entitled „On the Physiological Import of Dr. Ferrier's experimental Investigations into the Functions of the Brain.“ Dr. Carpenter here, as well as on previous

Bei einem einzigen dieser Hunde (Versuch 3) zeigte sich am 4. Tage eine leichte Motilitätsstörung, welche einer nicht ganz genauen Beobachtung entgangen wäre, und der wir in ausgeprägterer Form bei anderen Versuchen wieder begegnen werden. Der Hund liess die Extremitäten der linken Seite am 4—6 Tage spurweise dislociren. Gleichzeitig wurde durch das Entstehen eines erheblichen Prolapsus cerebri eine entzündliche Schwellung der Umgebung der Hirnwunde bezeichnet, und die endliche Section wies nach, (S. den Sitz der bindegewebigen Auflagerung in Fig. 3), dass sich ihre hintere Begrenzung in die gesetzte Lücke hineingelegt hatte. Unter diesen Umständen, namentlich da während der ersten 3 Tage absolut nichts davon wahrzunehmen gewesen war, ist jene geringe und vorübergehende Abschwächung der Function sicherlich nicht auf die verletzte, sondern um so mehr auf eine benachbarte Hirnpartie zu beziehen, als Verletzungen der letzteren von der gleichen Störung unmittelbar und in viel höherem Grade gefolgt werden.

Die eben erwähnte Dislocation der benachbarten Gyri wurde auch bei den späteren Versuchen immer dann beobachtet, wenn grössere Mengen der Substanz direct oder vermöge des Prolapses entfernt worden waren. Dabei schien es nicht so, als wenn locale Ansammlungen von Cerebrospinalflüssigkeit stattgefunden hätten. Freilich würde sich Letzteres rücksichtlich des intermeningealen Raumes schwer entscheiden lassen, aber so viel ist sicher, dass keine localen Oedeme der Pia vorhanden waren. Im Allgemeinen scheint der durch die Exstirpation entstehende Raum von Bindegewebe eingenommen zu werden. Auf diese beiden Momente, nämlich das sich Einlegen der benachbarten Hirnmasse und die Neubildung von Bindegewebe zur Ausfüllung von Lücken sind denn auch wohl die unerwarteten autoptischen Bilder

---

occasions, commits the slight mistake to use Dr. Ferrier's name where he should say Fritsch and Hitzig. In order to assist him in avoiding similar errors, which ought to be most unpleasant to himself, I write this remark in his own language, and I shall take the liberty of forwarding him a copy of this paper.

zu beziehen, wie z. B. Fig. 3 eins bietet, bei denen die Auflagerung noch ganz andere Theile als die verletzten bedeckt und selbst über die blosgelegten hinausreicht.

Besondere Störungen scheinen durch die Bindegewebswucherung an und für sich nicht bedingt zu werden. Dafür spricht von den vorstehenden Versuchen grade auch der mehrerwähnte Versuch 3. Hier erstreckt sich die bindegewebige Auflagerung weit in den Gyrus *e* hinein, ohne dass nennenswerthe Störungen des Muskelbewusstseins zu Tage getreten wären. Schnitte durch diese Regionen lehren übrigens, dass die viscerale Fläche der Pia nicht verdickt ist, und die graue Substanz für das unbewaffnete Auge unverändert sein kann. Von den Functionsstörungen, welche dennoch in den benachbarten Gebieten entstehen und von ihren Ursachen werden wir in der Folge noch zu sprechen haben. Ebenso werden wir auch secundär erscheinenden atrophischen Zuständen wieder begegnen. Hier habe ich nur noch hinzuzufügen, dass die auch später vielfach beobachteten frischen Extravasate in und zwischen die Hirnhäute mit dem pathologischen Vorgange direct weiter nichts zu thun haben, sondern von der Vergiftung abhängig sind. Denn Thiere, welche durch Abtrennung des Herzens von den grossen Gefässen getödtet wurden, hatten keine frischen Blutergüsse.

2. Gruppe. Verletzungen des Gyrus *d*.

Die von mir an dem Gyrus *d* früher angestellten Reizversuche hatten im Allgemeinen ein negatives Resultat ergeben. Nur von seinem lateralen Theile aus waren bei Anwendung stärkerer Ströme Bewegungen des Kopfes, Zusammenziehungen der Nackenmuskeln hervorzubringen gewesen, und auf sehr starke Ströme contrahirten sich auch die Heber der oberen Lider beider Augen, währendsich gleichzeitig die Pupille der gegenüberliegenden Seite erweiterte. Die zuletzt angeführten Reizeffecte konnten wegen der grossen, zu ihrer Sichtbarmachung erforderlichen Stromintensität auf die oberflächlichen Schichten überhaupt nicht bezogen werden, sondern es war von vornherein klar, dass sie ihren Ursprung dem Umstande

verdankten, dass die Bahn wirksamer Stromschleifen sich bis zu tiefer gelegenen Theilen verbreitert hatte. Doch konnte ich mich wie schon früher erwähnt [1]), selbst rücksichtlich des Reizpunctes für die Nackenmuskeln nicht von allen Zweifeln frei machen. Neue Versuche nach veränderten Methoden haben nur dazu beigetragen, die Bedenken, welche ich gegen das Vorhandensein eines Functionsherdes für diese Muskeln in den oberflächlichen Schichten gefasst hatte, zu vermehren, ohne dass ich mich jedoch über diese Frage schon jetzt mit Bestimmtheit äussern möchte.

Wenn sich nun die Sachlage in diesem Sinne gestaltete, so würde der ganze Gyrus *d* incl. seiner lateralen Ecke gleichfalls in keiner directen Beziehung zu den Muskelbewegungen stehen, und so fragte es sich bei Vornahme der Lähmungsversuche nicht nur, ob und in wie weit durch dieselben das Resultat der Reizversuche im Allgemeinen auch hier bestätigt werden würde, sondern auch, ob sich für diesen besonderen Punct vielleicht einige Anhaltspunkte würden gewinnen lassen.

Versuch VI.

Oberflächliche Zerstörung im medialen Drittel des Gyrus d. Spurweiser Defect der Willensenergie vom 3. bis 13. Tage. Keine Störung des Muskelbewusstseins.



Einem mittelgrossen grauen Pinscher wurde am 6. Juni 1874 mit Aufdeckung von *a* ein Theil des medialen Drittels des

1) Untersuchungen. S. 91.

Gyrus *d* 4 Mm. tief exstirpirt. Nachher zeigt der Hund absolut nichts Abnormes.

8. Juni. Linksseitiger Conjunctivalkatarrh. Passiven Bewegungen des rechten Vorderbeins wird ein etwas geringerer Widerstand entgegengesetzt [1]), keine Störung des Muskelbewusstseins.

18. Juni. Wunde in der Heilung, das rechte Vorderbein zeigt noch eine Spur der erwähnten Anomalie.

19. Juni. Normal bis auf geringen linksseitigen Conjunctivalkatarrh.

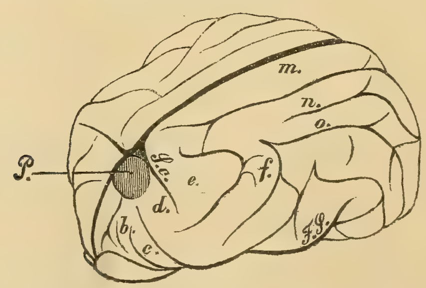
1. Juli. Conjunctivalkatarrh seit einigen Tagen verschwunden. Thier sehr munter.

24. Juli. Feste Vernarbung, vollkommenes Wohlbefinden. Vergiftung durch Cyankalium.

Section. Unregelmässiger Defect der äusseren Tafel in der Richtung von der Mitte des Arcus superciliaris nach der Medianlinie zu 15 Mm. in der darauf senkrechten Richtung 10 Mm messend. Die dem Hirn aufsitzende, bindegewebige Masse hat in sagittaler Richtung 10, in frontaler 8 Mm. und reicht über *d* weit hinaus in das Gebiet von a hinein. Die Gyri *a*, *b*, *c* sind stark abgeflacht, das linke Corpus striatum ist etwas nach oben verschoben.

Versuch VII.

Oberflächliche Zerstörung im medialen Drittel des Gyrus d. Keinerlei Anomalien.



Einem mittelgrossen schwarzen Hunde wurde am 12. October 1874 die Dura über dem medialen Drittel des Gyrus *d*

1) Ich werde dieses Symptom in der Folge mit dem Ausdrucke „Defect der Willensenergie“ bezeichnen.

in dem Winkel zwischen Sulcus cruciat. und grosser Längsspalte mit einer 8 Mm. Trephine freigelegt, wegen der Kleinheit der Oeffnung Dura und Pia mit spitzem Scalpelle in Einem umschnitten und die Hirnmasse auf etwa 3 Mm. Tiefe ausgelöffelt. Unmittelbar nachher springt der Hund vom Tische und zeigt keinerlei Anomalien.

13. 14. October. Status idem.

16. October. Vollkommene Trübung der rechten Cornea, leichter doppelseitiger Conjunctivalkatarrh. sonst keinerlei Anomalien.

17. October. Status idem. Wird getödtet.

Section: In der Umgebung der Schädellücke ist das Pericranium in eine dicke, leicht gelblich gefärbte, von zahlreichen kleinen Blutextravasaten durchsetzte Schwarte verwandelt. Aeusserst wenig Cerebral- und Spinalflüssigkeit. Dura und Pia normal. Ein braunrother, kreisrunder Prolaps (P. Fig. 6) füllt eben die Schädellücke aus. sitzt sehr genau an der oben bezeichneten Stelle. Auf dem Durchschnitt erscheint ein braunrother Herd, der mit zwei im Ganzen 5 Mm. langen Zipfeln in die weisse Substanz hineinreicht. Die Zerstörung des Hirns hat eine trichterförmige Gestalt, so dass in der Tiefe zwischen Sulc. cruciat. und Herd noch etwas, wenn auch verfärbte Substanz erhalten ist. Nur an der Oberfläche reicht der Defect bis an die Furche.

Versuch VIII.

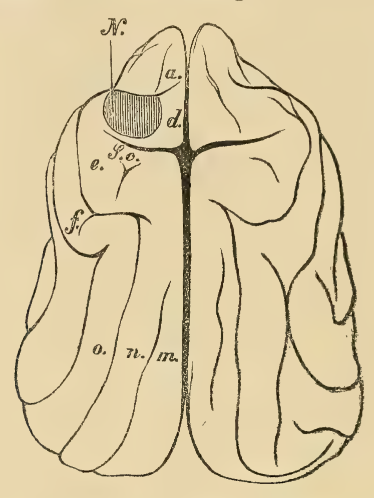
Oberflächliche Zerstörung im mittleren Drittel des Gyrus d. Keinerlei Anomalien. Ekzeme an den Beinen. Tod an Pneumonie.

Kleiner, schwarzer Hund mit Ophthalmie auf dem rechten, Katarrh auf dem linken Auge, rechts eine der Perforation nahe Stelle. 15. Juni 1874. Trepanation nahe der Mittellinie mit einer Trephine von 11 Mm. Durchmesser. Exstirpation einige Mm. tief im mittleren Drittel des Gyrus *d*. Nachher nichts Abnormes.

16., 17. Juni. Nichts Abnormes.

18. Juni. Zutraulich, Augen etwas besser, hingegen

entstehen an der Innenfläche beider Kniegelenke längliche, oberflächliche Hautdefecte ohne Eiterung.



25. Juni. Ist in den letzten Tagen allmählig schwächer geworden, vermag sich schlecht auf den Beinen zu halten, dennoch lässt sich die Abwesenheit von Störung des Muskelbewusstseins noch constatiren; auch die Augen sind schlechter geworden. Die Wunde zeigt keine Tendenz zur Heilung und ist mit dünnem, spärlichem Secret bedeckt. Haut sehr kühl.

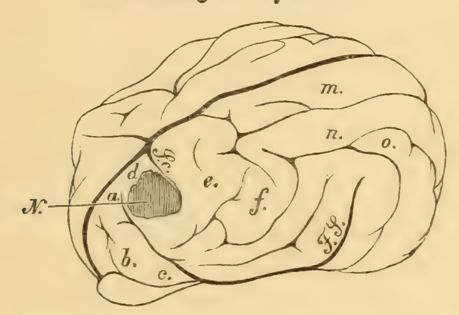
26. Juni. Tod.

Section. Schädelknochen nach vorn und hinten von der Lücke, aussen etwas missfarbig, porös, innen mit vielen kleinen Rauhigkeiten besetzt. Diploë sehr dick und blutreich. Zwischen Dura und Pia linkerseits über dem Scheitellappen kartenblattdickes, schwarzes Extravasat von syrupähnlicher Consistenz; Pia beiderseits mässig vascularisirt. Sinus strotzend von halb geronnenem Blut. Hirnsubstanz sehr weich, der Defect nimmt das mittlere und ein Stück des lateralen Drittels des Gyrus *d* ein, zwischen ihm und Sulcus cruciatus sieht man noch etwas normale Substanz. Auf dem Durchschnitt erscheint ein Keil, der mit rothen, lineären

Zipfeln nur wenige Mm. tief in die weisse Substanz hineinreicht. Die unteren Lappen der rechten Lunge roth, der linken schiefrig hepatisirt.

Versuch IX.

Oberflächliche Zerstörung der zwei lateralen Drittel des Gyrus d. In den ersten 3 Tagen nach der Operation keine Anomalien. Am 4. und 5. Tage deutliche Störung des Muskelbewusstseins. Pachymeningitis sinistra. Leichte gelbliche Verfärbung im Gyrus e.



Einem kleinen schwarzen Hunde wurde am 10. Juni 1874 eine Trepankrone von 14 Mm. Durchmesser mit Eröffnung der Stirnhöhle über Gyrus *d* aufgesetzt und derselbe in ziemlich grosser Ausdehnung in der Tiefe von etwa 4 Mm. zerstört. Unmittelbar nachher zeigt der Hund keine Anomalien.

11., 12. Juni. Sehr munter. Keine Anomalien.

13. Juni. Erheblicher Prolaps, deutlich ausgesprochene Störung des Muskelbewusstseins in der rechten Vorderpfote; diese lässt sich in allerlei abnorme Stellungen bringen, ohne daraus entfernt zu werden. Hingegen setzt der Hund bei activen Bewegungen das Bein nicht abnorm. Das Hinterbein ist normal.

14. Juni. Störung des Muskelbewusstseins in der Vorderextremität weniger ausgesprochen, im Hinterbein vielleicht spurweise vorhanden, in sofern er letzteres ein wenig nach vorn und innen bringen lässt.

15. Juni Störung des Muskelbewusstseins ganz verschwunden.

18. Juni. Wunde in der Verheilung.

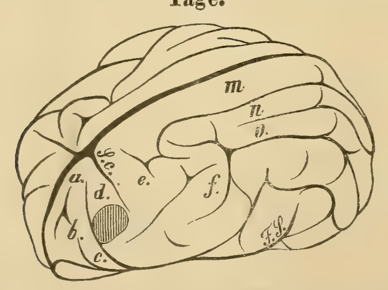
25. Juni. Wunde vernarbt; Thier sehr munter.

27. Juli. Der Hund hat sich inzwischen vollkommen normal verhalten. Vergiftung mit Cyankalium.

Section. Schädeldefect misst schräg von vorn aussen nach hinten innen 16 Mm., in der darauf senkrechten Richtung 15 Mm. Die Knochenlücke durch eine bindegewebig-gallertige, gelblich gefärbte Masse ausgefüllt. Die Dura der linken Convexität und die der Basis der mittleren Schädelgrube in eine sehr dicke, knorpelartige Membran verwandelt, von deren Innenfläche sich noch eine weiche, gelbliche, fibrinöse zusammenhängende Auflagerung abtrennen lässt. Die Dura der vorderen Schädelgrube ist von dieser Veränderung frei geblieben; zwischen den Lamellen der krankhaft veränderten Dura der mittleren Schädelgrube finden sich an der Convexität einige kleine, bis linsengrosse, alte Extravasate. Ein sehr grosses, ganz frisches Extravasat an der Basis. Adhäsionen zwischen Dura und Pia finden sich nur an den Rändern der Hirnnarbe. Diese nimmt sehr genau den lateralen Theil des Gyrus *d* ein, die bindegewebige Auflagerung zieht sich um etwas in das laterale Ende des Gyrus *e* hinein. Ebenso erstreckt sich, wie ein hinter der Narbe geführter Schnitt zeigt, eine leichte, gelbliche Verfärbung der Rindensubstanz über den Sulcus cruciatus hinaus nach der Mitte des Gyrus *e* zu. Die Gyri *a*, *b*, *c* erscheinen kaum abgeflacht.

Versuch X.

Oberflächliche Zerstörung des lateralen Drittels des Gyrus d. In den ersten 4 Tagen keine Anomalien. Mässige Störung des Muskelbewusstseins in der Vorderpfote am 5., geringe am 6. Tage.



Einer kleinen, schwarzen Hündin wird am 9. Septbr. 1874

in der Morphiumnarkose die Stirnhöhle mit der 11 Mm. — Trephine eröffnet, von hier aus das laterale Ende des Gyrus *d* freigelegt und in demselben eine Zerstörung von etwa 4 Mm. Tiefe angerichtet. Beträchtliche Blutung aus dem Knochen. Unmittelbar nach der Operation schläft der Hund; 3 Stunden später ist er immer noch betäubt.

10. September. Kauert sich sofort nieder, so dass nichts beobachtet werden kann. Wunde trocken.

11. September. Keinerlei Anomalien. Wunde trocken.

12. September. Nicht die Spur irgend welcher Bewegungsstörung. Mässiger granitfarbiger Prolaps.

13. September. Mässige aber deutliche Störung des Muskelbewusstseins in der Vorderpfote. Diese lässt sich nach mehreren vergeblichen Versuchen mit dem Dorsum der Zehen und des Fusses aufsetzen, und bleibt dann längere Zeit in dieser Stellung, ebenso lässt sie sich nach hinten innen — nicht nach aussen — dislociren. Ueber den Tischrand lässt der Hund das Glied nicht herabhängen, sondern hält sich an demselben fest. Keine Störung in der Hinterpfote. Prolaps bräunlich blutig.

14. September. Kaum noch Störung des Muskelbewusstseins. Nur nach vielen vergeblichen Versuchen lässt er einmal auf kurze Zeit die Pfote mit dem Dorsum aufgestellt und nach hinten dislocirt. Sonst keinerlei Anomalien.

15. September. Keine Störung des Muskelbewusstseins mehr nachzuweisen. Möglicherweise sträubt er sich gegen Dislocationsversuche mit der rechten Vorderpfote etwas weniger als mit der linken.

16. September. Wunde in der Heilung.

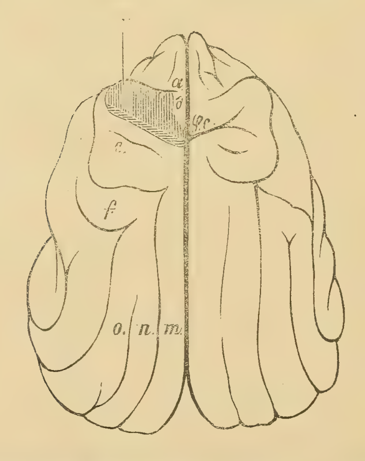
25. September. Verhielt sich bisher normal, indessen sträubt er sich vielleicht noch jetzt etwas weniger gegen Dislocationsversuche der rechten Vorderpfote. Wunde vernarbt, nur im untern vordern Wundwinkel noch ein wenig Eiter. Wird getödtet.

Section: Die noch eiternde Stelle führt in den am Boden mit dickem grünen Eiter bedeckten Sin. frontal: Die Schädelwunde durch eine halb bindegewebige, halb sulzige

Masse erfüllt. Dura cerebr. et spin. beiderseits durchgehends stark weisslich getrübt, nirgends adhärent, kaum in der Gegend der Narbe. Die Hirnnarbe sitzt am lateralen Ende des Gyrus *d*, reicht soeben mit der Spitze bis an den Sulc. cruc. Auf einem durch ihre Mitte gelegten Frontalschnitte zeigt sich, dass sie hinten die Rinde kaum halb durchsetzt, vorn etwa 5 Mm. in die Tiefe reicht. Dort befindet sich eine senkrechte fast lineäre Continuitätstrennung, umgeben von kleinen röthlichen Punkten; auf der hinteren Schnittfläche ein ebenso langer, röthlicher, punctirter Streifen.

Versuch XI.

Oberflächliche Exstirpation im lateralen Drittel des Gyrus d mit partieller Aufdeckung des Gyrus e. Unmittelbar nach der Operation keine Anomalien. Häufige Insultirung der Wunde — hochgradige und anhaltende Störung des Muskelbewusstseins. Hämorrhagische Zertrümmerung fast des ganzen Gyrus e und eines grossen Theiles von d.



Einem mittelgrossen, ausgewachsenen, aber noch jungen schwarzen Hunde wurde am 11. September 1874 der laterale Theil des Gyrus *d* und ein Stück von *e* mit Eröffnung der Stirnhöhle aufgedeckt. Durch den freigelegten Theil liefen zwei grosse Venen in annähernd frontaler Richtung, welche

geschont werden sollten. So wurde nur ein dreieckiges, nach vorn gelegenes Stück des Gyrus *d* in der Tiefe von 4 Mm. und zwar fast ohne Blutung entfernt. Unmittelbar nach der Operation springt der Hund behend vom Tisch und zeigt nicht die geringsten Spuren von Störung des Muskelbewusstseins, noch ein verschiedenes Verhalten der Extremitäten bei Dislocationsversuchen, noch eine Deviation der Beine beim Emporheben an der Rückenhaut. Eine halbe Stunde später Status idem.

12. September. Die Wunde ist grösstentheils offen, secernirt kaum. Der Hund läuft auf dem Fussboden, abgesehen davon, dass er mit dem rechten Vorderbeine bei schnellen Wendungen leicht ausrutscht, ganz normal, kann sich aber auf dem Tische nicht aufrecht halten, sondern fällt sofort auf die rechte Seite und macht dann keinerlei Anstrengungen, sich wieder aufzurichten, noch versucht er, vom Tische zu springen. An der Rückenhaut in die Höhe gehoben, streckt er das linke Vorderbein in senkrechter Richtung von sich, das rechte hingegen hält er mehr gegen den Leib gezogen und in der Richtung von aussen nach innen. Lässt man ihn dann auf den Tisch herab, so behält das Bein die angegebene Stellung bei, und daher rührt das Umfallen. Das rechte Hinterbein hingegen deviirt beim Aufheben nach aussen, und rutscht beim Herablassen in dieser Richtung davon. Beide Extremitäten der rechten Seite können widerstandslos in beliebige abnorme Stellungen gebracht werden und nehmen nur bei allgemeinen Bewegungsintentionen andere Stellungen ein. Hierbei wird die rechte Vorderpfote häufig mit dem Dorsum der Zehen aufgesetzt.

13. September. Allgemeinbefinden gut, noch kein Prolaps sichtbar. Der Hund kann heute auf dem Tische gut stehen. An der Rückenhaut in die Höhe gehoben, deviirt nur die Hinterpfote nach aussen, die Vorderpfote verhält sich in dieser Beziehung normal. Die Störung des Muskelbewusstseins ist in derselben schwerer nachweisbar. Der Dislocation wird bei den ersten Versuchen Widerstand entgegengesetzt, dann gelingt sie, und nun bleibt das Glied in abnormen Stellungen. Es wird auch spontan unzweckmässig, insbesondere pronirt

aufgesetzt. Auch lässt der Hund dieses Bein beliebig lange über den Tischrand herabhängen und setzt es spontan in's Leere, so dass er vom Tische stürzen würde, wenn man ihn nicht unterstützte. Die Hinterpfote lässt sich hingegen beliebig dislociren und mit dem Dorsum der Zehen aufsetzen, ohne dass sie reponirt würde.

14. September. Der Hund soll seit gestern sehr oft gefallen sein und sich dabei die Schädelwunde gestossen haben; auch heute wird dies mehrfach beobachtet. Es ist ein sehr grosser Prolaps erschienen, der obere Wundrand etwas geschwollen. Allgemeine Empfindlichkeit. Beim Laufen in der Stube fällt er, oder rutscht wenigstens mit dem rechten Vorderbein aus, überhaupt ist die Störung des Muskelbewusstseins in demselben erheblich grössser als gestern. Beim Aufheben deviiren beide Vorderbeine stark nach links, das rechte Hinterbein nach aussen.

16. September. Status idem. Der Prolaps ist noch grösser geworden nnd wird durch häufiges Fallen immerwährend verletzt.

25. September. Sehr grosser Prolaps. Störung des Muskelbewusstseins in der Hinterpfote verschwunden, in der Vorderpfote erheblich geringer, nur nach vielen vergeblichen Versuchen kann man sie mit der Spitze des Dorsum der Zehen aufsetzen, sie wird aber sehr bald reponirt. Der bei diesem Versuche geleistete Widerstand ist nicht schwächer, als links. Hingegen lässt der Hund die Pfote beliebig lange über den Tischrand herabhängen und tritt mit derselben wiederholt in's Leere. An der Rückenhaut in die Höhe gehoben, deviirt das rechte Vorderbein äusserst stark nach innen, das linke mässig nach aussen, das rechte Hinterbein ziemlich stark nach hinten aussen.

28. September. Bisher Status idem. Heute ist der Prolaps wieder wundgestossen und die Störung des Muskelbewusstseins in der rechten Vorderpfote wieder deutlicher.

30. September. Prolaps sehr gross. Störung des Muskelbewusstseins in der Vorderpfote sehr hochgradig, in der

Hinterpfote nicht vorhanden. Dauernd allgemeine Empfindlichkeit.

2. October. Prolaps im Abschwellen. Störung des Muskelbewusstseins in der Abnahme.

3. October. Wie gestern. Stösst sich nach der Untersuchung den Prolaps wieder blutig — sofort wieder stärkere Störung des Muskelbewusstseins.

14. October. Prolaps ziemlich klein geworden. Störung des Muskelbewusstseins in beiden Extremitäten noch deutlich.

17. October. Wunde fast geschlossen, blasige Narbe. Vorn immer noch sehr deutliche Störung des Muskelbewusstseins und kein Widerstand bei Dislocationsversuchen, hinten nur das letztere Symptom. Ob beim Aufheben an der Rückenhaut noch Deviation besteht, lässt sich nicht entscheiden, da der Hund in Folge seiner allgemeinen Hyperästhesie Abwehrbewegungen macht.

20. October. In der Hinterpfote keine in der Vorderpfote mässige Störung des Muskelbewusstseins.

21. October. Der Hund setzt die dislocirten Extremitäten sofort wieder in die vorher eingenommene Stellung zurück, indessen setzt er der Dislocation selbst keinen Widerstand entgegen. Dieses letztere Symptom besteht auch in der linken Vorderpfote und wird daselbst auch noch in den nächsten Tagen beobachtet, wie es denn auch schon früher bemerkt war, ohne dass jedoch sein erstes Auftreten notirt worden wäre. Fasst man den auf dem Tische stehenden Hund mit einer Hand unter dem Kopfe und hebt auf diese Weise den Vorderkörper sanft in die Höhe, so dreht sich das rechte Vorderbein mit einer leichten Pronationsbewegung derart nach innen, dass es mit dem linken Beine convergirt, und bleibt auch beim Niederlassen des Thieres in dieser Stellung. Ferner lässt der Hund beide linke Extremitäten noch über den Tischrand herabhängen.

23. October. Ganz unverändert. Vergiftung mit Cyankalium.

Section. Die Schädellücke durch eine die äussere

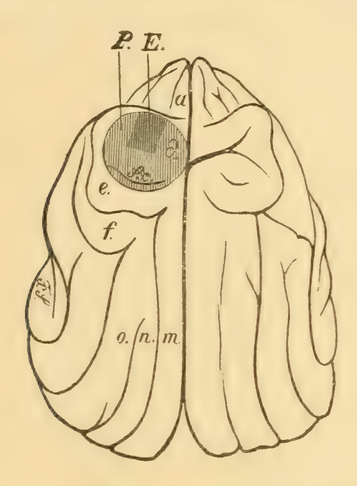
Haut überragende, weissliche, scheinbar blasige Narbe geschlossen. Dura fleckweise weisslich, sehnig verdickt, links der Pia locker (durch kleine Gefässe?) anhaftend. Pia normal, nur an der Basis des Pons und der Medulla obl. zahlreiche, ganz frische Extravasate in ihr Gewebe. Die Auflagerung sitzt der Hirnmasse wie ein Champagnerkork auf, so dass sie ihre Verbindung mit der letzteren ringsum, namentlich aber am vorderen Rande beträchtlich überragt, ohne dass diese aufliegende Masse mit der Pia verwachsen wäre. Der Durchschnitt lehrt, dass ihre scheinbar blasige Bedeckung durch eine knorpelartige, wie eine Kappe aufliegende Membran gebildet wird. Auf einem Frontalschnitte unmittelbar vor dem lateralen Ende des Sulc. cruc. erscheint ein derber, streifiger, rothbrauner, stellenweise gelblicher, mit kleinen Höhlen durchsetzter, keilförmiger Herd, der hier 7 Mm. unter das Niveau der Pia reicht, und auf einem Sagittalschnitte durch den hinteren Abschnitt mehrere die Decke des Seitenventrikels berührende Zipfel zeigt. An dieser Stelle, wie auch an der benachbarten das Corp. striat. bedeckenden Stelle ist das Ependym hellbräunlich gefärbt. Die ganze Hirnhälfte erscheint schmaler, weisse wie graue Substanz haben einen Stich ins Bräunliche, Grenze zwischen ihnen undeutlich. Die weisse Substanz ist namentlich gegen die andere Seite viel spärlicher vorhanden und leicht zernagt, Corpus striat. selbst schmaler und blasser.

Versuch XII.

Oberflächliche Exstirpation des mittleren Drittels des Gyrus d mit Aufdeckung des Gryus e. Sofort äusserste Unsicherheit, hauptsächlich auf Störung des Muskelbewusstseins in der Hinterpfote beruhend. Tod am 8. Tage. Erweichungsherde.

Einem kleinen, schwarzen Hunde wurde am 20. Mai 1874 eine Trepankrone von 14 Mm. Durchmesser so aufgesetzt, dass die Gyri *d e* in der Umgebung der Sulcus cruciatus frei lagen. Blutung gering. Exstirpation des mittleren Drittels des Gyrus *d* (S. E. Fig. 11) bis zum Sulcus cruciatus in der Tiefe von 4 Mm. Nach der Operation befindet sich der Hund äus-

serst deprimirt, will oder kann nicht stehen und fällt fortwährend, selbst aus der sitzenden Stellung nach rechts her-



über, ohne dass wegen der grossen Depression etwas Sicheres über die Ursache des Umfallens zu eruiren wäre.

21. Mai. Der Hund kann sich mit seinen Extremitäten ausserordentlich schlecht orientiren, namentlich zeigt sich dies, wenn er auf den glatteren Tisch gesetzt wird, jedoch auch schon auf dem Fussboden. Er wirft dann die Extremitäten regellos durch einander und fällt nach der rechten Seite herüber. Beide rechten Extremitäten lassen sich, wenn man das Thier zurecht gestellt hat, in abnorme Stellungen bringen, jedoch ist die Unsicherheit so gross, dass der Hund schon bei geringen Verschiebungen der Glieder hinstürzt. Dabei besteht noch grosse Depression, der Kopf hängt nach vorn, und der Puls ist in eigenthümlicher Weisse unregelmässig, es folgen drei Schläge in langen und vier in kurzen Pausen.

22. Mai. Depression hat sich ziemlich verloren. Nun zeigt sich, dass die bisher beobachtete Motilitätsstörung fast ganz auf Rechnung des Hinterbeines kommt. Dieses rutscht zwischen den drei anderen Beinen nach vorn davon, bis es vor den Vorderbeinen angekommen ist und bis zur

Schnauze reicht. Weil er sich dieses Beines schlecht bedienen kann, stürzt der Hund bei jeder plötzlichen Veränderung der Stellung nach rechts herüber, das Bein kann auch passiv in beliebige andere Stellungen gebracht werden, ohne dass es zurückgezogen würde. Das Vorderbein hingegen ist nur sehr wenig alterirt.

23. Mai. Status idem, aber sehr reichliche, chocoladenfarbige Eiterung.

27. Mai. Tod, nachdem der Hund seit dem 23. wegen einer Reise nicht beobachtet worden war.

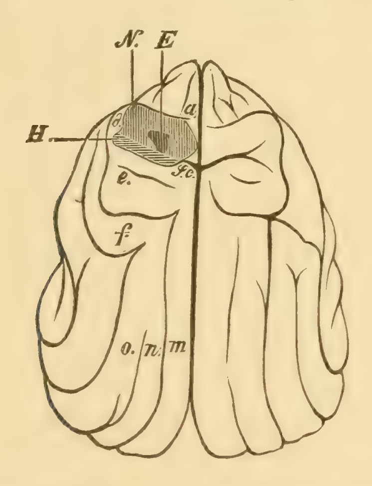
Section. 29. Mai. Hautwunde nicht verklebt. Schädelwunde durch einen Prolaps von brauner Farbe ausgefüllt. Dura über beiden Hemisphären leicht weisslich getrübt, nicht adhärent. Pia über beiden Hinterlappen leicht fleckweise injicirt. Der Prolaps besteht an der Oberfläche aus einer trocknen, lederartigen Masse (Coagulum), von dieser aus geht ein rothbrauner Erweichungsherd aus, der sich mit einer keilförmigen Spitze vor dem Sulcus cruciatus her bis in das Ependym des Vorderhorns des Seitenventrikels erstreckt, das dort kleine bräunliche Herde zeigt, im Uebrigen normal ist. Diese Spitze zieht dann median- und vorwärts vom Kopf des Corpus striatum nach der Basis und vorn zu, das Corpus striatum selbst ist intact. Kleine frische, submeningeale Blutung in die vordere Verlängerung der Sylvischen Grube, dicht an ihrem medialen Ende. Dort ist die Spitze des Vorderlappens in der Rinde (Gyri *b*, *c*.) roth erweicht.

Versuch XIII.

Tiefe Exstirpation im mittleren Drittel des Gyrus d mit partieller Aufdeckung des Gyrus e. Unmittelbar nach der Operation deutliche Störung des Muskelbewusstseins in der Hinterpfote, in der Vorderpfote am 2. Tage, am 7. Tage normal. Erweichungsherde im Gyrus e. Beginnende Pneunomie. Hämorrhagische Infarcte der Lunge.

Einer mittelgrossen gelben Hündin wurde am 2. October 1874 mit der 11 Mm. — Trephine das laterale Drittel von Gyrus *d* und ein schmaler Streifen derselben Gegend von Gyrus *e* aufgedeckt, die Knochenwunde an ihrer vorderen und

medialen Peripherie mit der Zange etwas erweitert, die Pia an der letztgenannten Stelle (S. E. Fig. 12) umschnitten und



die umschnittene Partie, welche unmittelbar vor der Mitte des Sulc. cruciat. liegen muss, auf die Tiefe von 20 Mm. mit dem Staarlöffel entfernt. Blutung ganz gering. Unmittelbar nach der Operation zeigt die Vorderpfote weder Störungen des Muskelbewusstseins noch einen geringeren Widerstand gegen Dislocationsversuche. Die Hinterpfote lässt sich hingegen widerstandslos nach hinten dislociren und mit dem Dorsum aufsetzen, ohne dass sie reponirt würde, während der Hund Dislocirung derselben nach vorn innen zwar zulässt, aber durch eine Bewegung mit der anderen Seite sofort wieder ausgleicht. Er lässt die Hinterpfote kurze Zeit über den Tischrand herunterhängen ohne sie zurückzuziehen, die Vorderpfote verhält sich auch in dieser Beziehung normal. Rechte Pupille auf kurze Zeit etwas, aber deutlich verengert, jedoch bei Lichtwechsel sowohl verengerungs- als erweiterungsfähig. Pupillendifferenz ½ Stunde später verschwunden. Ob Sehstörung, fraglich.

3. October. Sehr deprimirt. Der Prolaps erfüllt die Wunde, Störung des Muskelbewusstseins in beiden rechten Extremitäten sehr deutlich, ohne maximal zu sein. Die

über den Tischrand herabhängenden Pfoten zieht der Hund bald zurück. Beim Emporheben an der Rückenhaut deviiren alle vier Extremitäten nach links. Rechte Pupille etwas erweitert, reagirt zwar, verengert sich aber nicht in dem Grade als die linke.

5. October. Status idem. Beim Aufheben an der Rückenhaut wird das rechte Vorderbein mehr angezogen und deviirt stark nach innen, das linke schwach nach aussen, beide Hinterbeine schwach nach links.

6. October. Das rechte Vorderbein deviirt stark nach innen, das linke grade, beide Hinterbeine schwach nach links. Störung des Muskelbewusstseins und Defect der Willensenergie in der Abnahme.

7. October. Störung des Muskelbewusstseins und Defect der Willensenergie im Vorderbein nur noch spurweise, im Hinterbeine besser nachweisbar. Der Dislocation des Vorderbeins setzt er bei den ersten Versuchen schon Widerstand entgegen. Keine Deviation mehr.

8. October. Störung des Muskelbewusstseins und Defect der Willensenergie verschwunden. Keine Deviation. Prolaps eingesunken. Etwas Husten.

14. October. Bisher normal. Wunde fast vernarbt, hingegen viel mühsamer Husten.

18. October. Sehr viel in Anfällen auftretender mühsamer Husten, zunehmende Abmagerung, sonst keine Anomalien, Wunde vernarbt. Wird getödtet.

Section. Die Umgebung der Schädellücke etwas deprimirt, diese selbst von einer an den Rändern knorpligen, in der Mitte bindegewebig-gallertigen Masse ausgefüllt. Knochen in der Umgebung an der Innenfläche rauh, porös, Diploë durchgehends sehr reichlich, Dura und Pia bis auf allgemeine weissliche Trübung der ersteren normal. Die bindegewebige Auflagerung nimmt genau den Gyrus *d* ein, von ihr aus reicht aber (S. H. Fig. 12) eine violette, weiche, eingesunkene Stelle über den Sulc. cruc. hinaus nach Gyrus *e* hinein. Eine ähnliche violette, eingesunkene Stelle findet sich auch an der die Auflagerung medianwärts begrenzenden Partie des Randwulstes.

Auf einem unmittelbar vor dem Sulc. cruc. geführten Frontalschnitte erscheint ein keilförmiger, rother Herd, dessen Spitze nach hinten bis dicht an das Ependym reicht. Dieses ist jedoch rein weiss. Weiter nach hinten überragt der Herd den Sulc. cruc. nur in der Rinde und auch hier verschwindet er gegen das laterale Ende der Furche hin. Ein Sagittalschnitt durch den vorderen Abschnitt des Hirns zeigt, dass der Staarlöffel unmittelbar vor dem Vorderhorne 20 Mm. weit in die Tiefe gedrungen ist, und hier eine von altem Extravasat erfüllte Furche zurückgelassen hat. Namentlich auf der vorderen Schnittfläche des Frontalschnittes bemerkt man eine sehr deutliche allgemeine Atrophie der Substanz, in's Besondere auch der grauen Rinde der medialen Fläche. Das linke Corpus striatum ist reichlich 3·5 Mm. höher als das rechte, so dass der Seitenventrikel erweitert, aber dennoch durch das Ganglion ganz ausgefüllt erscheint. — Beide untere Lappen der Lungen dunkler gefärbt, derber, aber noch lufthaltig. In den oberen Lappen beiderseits zahlreiche hämorrhagische Infarcte, im Centrum ein schwarzrothes Coagulum, in der Peripherie hellrothere Färbung zeigend, mehrere Mm. in die Tiefe reichend. Ursache für dieselbe wurde nicht aufgefunden. An dem Peritonäalüberzuge der Leber reichliche fleck- und strichweise Injection.

Versuch XIV.

Tiefe Exstirpation des ganzen Gyrus d. Unmittelbar nach der Operation erheblicher Defect der Willensenergie in der Vorderpfote. Am 2. und 3. Tage Störung des Muskelbewusstseins in beiden Extremitäten. Quetschung des Prolapses: dauernde Störung des Muskelbewusstseins.



Mittelgrosser, schwarzweisser, junger Hund einer grossen

Race. 3. Juli 1874 Trepanation mit einer Krone von 11 Mm. Durchmesser über dem mittleren Theile des Gyrus *d*, so dass Gyrus *e* nur ganz wenig aufgedeckt wird. Erweiterung der Knochenlücke in frontaler Richtung nach beiden Seiten, Umschneidung fast des ganzen Gyrus *d* bis fast auf die Basis, das Loch ist 25 Mm. tief. Auslöffelung der umschnittenen Partie. Blutverlust bei der ganzen Operation mässig. Unmittelbar nachher bestehen keine Störungen des Muskelbewusstseins, hingegen ist der Widerstand, welchen der Hund dem Aufsetzen der Vorderpfote mit dem Dorsum entgegenbringt, beträchtlich geringer, als auf der anderen Seite. Wird das Glied aber losgelassen, so setzt er es sofort in die Normalstellung zurück. Die Hinterpfote verhält sich normal, ebenso ist der Gang ganz ungestört.

4. Juli. Störung des Muskelbewustseins in beiden rechten Extremitäten deutlich ausgesprochen, ohne jedoch das Maximum zu erreichen.

6. Juli. Störung des Muskelbewusstseins ganz verschwunden, Hinterbein überhaupt normal, Vorderextremität lässt er widerstandslos dislociren, bringt sie aber, wenn losgelassen, sofort wieder zurück. Durch eine Unvorsichtigkeit quetsche ich den bis dahin sehr geringen Prolaps heftig, dieser wird gleich nachher bedeutend grösser und die Störung des Muskelbewusstseins sehr ausgesprochen.

7. Juli. Es entleert sich fortdauernd Hirnmasse. Störung des Muskelbewusstseins äusserst hochgradig, derart, dass der Hund auf dem Tische mit beiden rechten Beinen um sich wirft und nach rechts umfällt, sobald die Sicherheit seiner Stellung nur im Geringsten beeinträchtigt wird; überhaupt kann er auf dem Tische nur dann stehen, wenn ihm die rechten Extremitäten passiv in ein zweckmässiges Verhältniss zu den linksseitigen gebracht werden. Auf weniger glattem Boden kann er mit den gewöhnlichen Störungen laufen.

8. Juli. Status idem.

10. Juli. Hält sich etwas besser auf den Beinen.

18. Juli. Störung des Muskelbewusstseins hat weiter ab-

genommen, ist aber noch immer sehr hochgradig. Wunde in der Vernarbung.

20. Juli. Störung des Muskelbewusstseins viel geringer, aber immer noch sehr deutlich. Wunde vernarbt.

30. Juli. Der Hund ist sehr lebhaft, das Hinterbein verhält sich normal, das Vorderbein hat sich seit dem 20. Juli nicht verändert. Wenn er am Strick nach der Nahrung drängt, rutscht die Vorderpfote aus; man kann dieselbe noch immer in allerlei abnorme Stellungen bringen, supiniren, mit dem Dorsum aufsetzen und dergl: Allerdings bleibt sie nur kurze Zeit in hochgradigen Verdrehungen, bei der activen Reposition geräth sie aber fast regelmässig mit dem Dorsum der Zehen auf den Tisch und wird erst normal aufgesetzt, wenn ein neuer Bewegungsimpuls eintritt. Dies ist derselbe Zustand, wie er seit dem 20. Juli unverändert bestanden hat. Vergiftung mit Cyankalium.

Section. Der Schädeldefect durch eine gelbliche, sehr blutreiche, bindegewebige Masse ausgefüllt. Die Dura der linken Convexität über dem Hinterlappen in netzförmiger Zeichnung stark verdickt, mit kleinen Extravasaten verschiedenen Datums durchsetzt und der Pia vielfach adhärent. Die Dura der rechten Hirnhälfte und die Pia sonst zeigt keine Anomalien. Die bindegewebige Auflagerung begreift den Gyrus *d*, mit Ausnahme seines lateralen Winkels und einen Theil von *e* in sich. Beim Herauspräpariren trennt sie sich an ihrer hinteren Grenze von der Hirnsubstanz. Ein durch diese Stelle schräg nach vorn gelegter Frontalschnitt deckt eine grosse, von maschigem Gewebe und Coagulis verschiedenen Alters erfüllte Höhle auf. Der Seitenventrikel ist in die Höhe gezogen; der Kopf des Corpus striatum nach oben dislocirt, hingegen die Ganglien an der Durchschnittsstelle in ihrer Substanz nicht verändert. Die ganze vordere Hirnpartie erscheint auf dem Durchschnitt stark atrophisch. Ausserdem ist der linke Tractus olfactorius in seiner lateralen Hälfte durchschnitten und die Schnittenden durch eine bräunliche Masse verklebt.

Durch die vorstehenden 9 Versuche wird die Frage, ob der Gyrus *d* in directer Beziehung zur Muskelbewegung steht oder nicht, in negativem Sinne beantwortet und hierdurch das Resultat der Reizversuche ebenfalls bestätigt.

Bei den drei ersten dieser Hunde (Versuch 6, 7 u. 8) kam es überhaupt nicht zu Störungen des Muskelbewusstseins. Die Objecte der Versuche 9, 10, 11 und 14 zeigten das Symptom unmittelbar nach der Verletzung nicht, es trat jedoch später auf kürzere oder längere Zeit ein. Bei dem Versuche 13 war das Hinterbein sofort afficirt, während das Vorderbein erst am 2. Tage Spuren der Erkrankung zeigte. An dem Versuchsthiere 12 war aber eine hochgradige Störung des Muskelbewusstseins, und zwar anscheinend in beiden Extremitäten unmittelbar nach der Operation zu constatiren.

Analysiren wir diese anscheinend gruppenweise divergirenden Resultate mit Rücksicht auf den Ort und die Art der Verletzung einerseits und den Verlauf der wahrnehmbaren Störung andererseits, so ergiebt sich eine vollkommene und sehr lehrreiche Harmonie der Versuche untereinander sowohl, als auch mit den Reizversuchen. Die drei Versuche, welche in dieser Beziehung symptomlos verliefen, entsprechen mit der Summe der bei ihnen zerstörten Flächen ziemlich der ganzen Oberfläche des Gyrus *d*, nur war jedesmal zwischen der Wunde und dem Sulc. cruc. noch etwas Substanz erhalten worden, auch hatte ich niemals soviel Hirnmasse oder Knochen entfernt, dass eine nennenswerthe Dislocation des benachbarten Gyrus hätte eintreten können. Wir werden uns noch bei vielen anderen Versuchen überzeugen und es leuchtet auch ganz von selbst ein, dass die unmittelbare Umgebung zerstörter Stellen durch secundäre Processe — Prolaps, rothe, hämorrhagische Erweichung — ebenfalls zur Function untauglich gemacht wird. Deshalb würde man die schmale, ursprünglich intact gelassene Grenzzone des Sulc. cruc. überhaupt wohl nicht weiter in Betracht ziehen wollen. Ausserdem ist aber das bei Versuch 6 verschont gebliebene in Versuch 7, und die erhaltene Brücke von Versuch 8 bei Versuch 9 direct zerstört

worden, ohne dass primäre Erscheinungen auftraten. Die näheren Resultate der anatomischen Untersuchung für Versuch 6 stehen noch zu erwarten; das Gehirn des 8. Hundes ist bei der Erhärtung zu Grunde gegangen; die Section des 7. Versuchsthieres bewies, dass die Rinde bis an die Furche vernichtet war. Es geht bei Berücksichtigung aller angeführten Momente demnach schon aus diesen Versuchen hervor, dass die Production derjenigen Fähigkeit, welche ich Muskelbewusstsein nenne, eine Function der Oberfläche dieses Gyrus nicht ist. —

Drei andere Thiere zeigten geringe und vorübergehende Symptome. Versuchsobject 9 war am 4. und 5., Versuchsobject 10 am 5. und 6. Tage auf dem Vorderbeine, endlich Versuchsobject 13 auf dem Hinterbeine vom 1. und auf dem Vorderbeine vom 2—6. Tage mehr weniger unsicher. Ich habe schon Eingangs (S. 395) darauf aufmerksam gemacht, wie wichtig die Auffassung grade des unmittelbaren — primären Resultates der Operation gegenüber den später eintretenden Störungen ist, und ich meine die eben in Frage stehenden drei Versuche geben wohl die beste Illustration für die Richtigkeit meiner Ansicht. Bei Versuch 9 reicht die Verletzung mit ihrem hinteren Ende eben bis an den Gyrus *e*, während der Sulc. cruc. selbst noch durch eine schmale Brücke Substanz geschützt bleibt. Das in *e* zunächst bedrohte Centrum versieht die Bewegungen des Vorderbeins, und in der That erscheint die charakteristische Störung gerade in diesem Gliede, jedoch erst am 4. Tage deutlich ausgesprochen, während gleichzeitig der vordrängende Prolapsus eine entzündliche Schwellung der Umgebung andeutet. Dem entsprechend wies auch die Section die Spuren einer Encephalitis im Gyrus *e* nach. Das Centrum für das Hinterbein war durch seine Lage vor den Folgen der Verletzung ziemlich geschützt, und so war eine am 5. Tage an dieser Extremität beobachtete Anomalie denn auch so unbedeutend, dass man über ihr Vorhandensein oder Fehlen hätte streiten können.

Dem Versuchsobjecte 10 war eine der Lage nach ähnliche aber kleinere und den Gyrus *e* noch weniger bedrohende Verletzung beigebracht worden. Hier war das Muskelbewusstsein überhaupt nur wenig gestört, das Symptom erschien einen

Tag später, als bei dem vorigen Versuche und als der Hirnvorfall, die Hinterpfote verhielt sich normal, und am folgenden Tage war auch die Vorderpfote fast in integrum restituirt.

Anders, wie der Ort und die Art, war auch das Bild des 13. Versuches. Zunächst war ein schmaler Streifen von *e* mit aufgedeckt worden, sodann reichte die Zerstörung fast durch die ganze Höhe des Gehirns hindurch, endlich war hier in erster Linie das Centrum für das Hinterbein bedroht. Unmittelbar nach der Operation erschien eine zwar nicht maximale, aber doch vollkommen deutliche Störung des Muskelbewusstseins in diesem Gliede und erst am nächsten Tage war das Vorderbein in ähnlicher Weise afficirt. Eine bei der Section nachgewiesene rothe Erweichung der Rinde von *e* gab die Erklärung hierfür ab. Interessant ist, dass die Störung im Hinterbein ebenso später abnahm, wie sie früher aufgetreten war. Uebrigens muss darauf aufmerksam gemacht werden, dass bei diesem, die Markstrahlung stärker zerstörenden Versuche eine so sehr starke Deviation der Beine beim Aufheben an der Rückenhaut nachzuweisen war, während eine andere, fast regelmässige Theilerscheinung des Krankheitsbildes, das reactionslose Herabhängenlassen der Pfoten über den Tischrand, sehr in den Hintergrund trat. Die Krankheitserscheinungen hielten sämmtlich, entsprechend der grösseren Erheblichkeit der primären und der secundären Läsion länger an, aber doch war der Hund am 7. Tage wieder normal.

Die Versuche 9 und 10, übrigens auch 11, bestätigen also lediglich das Ergebniss der Versuche 6, 7 und 8; denn auch bei ihnen hatte die ursprüngliche Verletzung keinerlei Bewegungsstörungen zur Folge. Diese erschienen erst am 4. und 5. Tage. —

Versuch 12, welchen ich zu der dritten Reihe dieser 9 Versuche rechne, schliesst sich unmittelbar dem eben besprochenen Versuch 13 an, und bildet eine Ergänzung für ihn. Die Zerstörung betrifft hier mehr die Oberfläche, diese aber in grösserer Ausdehnung, sie erstreckt sich ferner fast auf dieselbe Region wie bei 8 und 9, und doch sind die Symptome so ausserordentlich verschieden. Bei jenen beiden Fällen war

fast nichts Abnormes zu bemerken, hier aber konnte sich der Hund schon gleich nach der Operation nur mühsam auf den Füssen erhalten. Suchen wir den Grund hierfür, so zeigt sich dass bei diesem Versuche, wie bei 13, die sonst gelassene, den Sulc. cruc. schützende Brücke fehlt, und dass ausserdem der Gyrus *e* durch seine ausgedehnte Freilegung allen Schädlichkeiten ausgesetzt war.

Die beiden eben in Rede stehenden Versuche (12 und 13) reichen natürlich nicht aus, um die Rolle festzustellen, welche der Sulc. cruc. gegenüber den in die Erscheinung tretenden Symptomen spielen kann, und welche ihm wahrscheinlich mit den anderen Furchen mutatis mutandis gemeinsam ist. Berücksichtigt man aber den Umstand, dass die Furchen Ernährungswege für ihre Nachbarwindungen bilden, dass in ihren Spalten eine Menge grösserer Gefässe liegen, so wird man es jedenfalls nicht auffallend finden, wenn die durch den Eingriff hervorgebrachten Erscheinungen von dem Augenblicke an zu variiren beginnen, in dem man sich ihrem Zuge zu sehr nähert. Etwas mehr oder weniger Zerrung oder Druck, ein Seitenast des Hauptgefässes, welcher zufällig von dem Löffel gefasst wird, oder andererseits die glückliche Vermeidung dieser und anderer Schädlichkeiten, das sind Bedingungen die des entscheidendsten Einflusses auf die Integrität des benachbarten Gyrus geniessen müssen.

Einen Beweis für diese Anschauung enthält Versuch 14. Hier war mit einem scharfen, spitzen Messerchen fast der ganze Gyrus *d*, also das Gebiet der vorigen Versuche und noch viel mehr, umschnitten und entfernt worden, und dennoch gab es gleich nach der Operation zwar einen erheblichen Defect der Willensenergie aber durchaus keine Störung des Muskelbewusstseins. Freilich war eine solche am nächsten Tage deutlich genug zu erkennen; indessen haben wir diese secundären Symptome und ihren Werth ja durch das oben Angeführte hinlänglich gewürdigt, und ich war über das Auftreten der Störung durchaus nicht, sondern nur über ihre Geringfügigkeit erstaunt. Durch die absichtslose, dem Prolapsus zugefügte Verletzung tritt dieser Hund, ebenso wie der des 11. Versu-

ches, mit in eine dritte, später zu behandelnde und directe Zerstörungen des Gyrus *e* umfassende Gruppe.

Der Hund 11 war ausserordentlich lebhaften Temperaments und erfreute sich namentlich eines sehr regen Geschlechtstriebes, so dass es zu unaufhörlichen Balgereien mit seinen Genossen und daraus resultirenden wiederholten Quetschungen des Prolapsus kam. In Folge dessen trat der eigenthümliche Fall ein, dass ein ursprünglich kein Symptom erzeugender Eingriff allmählig die grössten Dimensionen sowohl mit Rücksicht auf die Intensität und Dauer der Erscheinungen, als des autoptischen Befundes annahm. Dieses Thier war, als ich es 6 Wochen nach der Operation tödtete, noch nicht genesen und sein dem 14. Versuche sehr ähnliches Verhalten im Leben, wie auch der gleiche Sectionsbefund, machen es ziemlich wahrscheinlich, dass sich auch bei längerer Lebensdauer nicht mehr viel geändert haben würde. —

Bevor ich weitergehe möchte ich auf einen schon mehrfach berührten Punkt wegen seiner besonderen Wichtigkeit noch einmal zurückkommen. Es ist nur zu sehr bekannt, dass die Autopsien von Menschen, welche bei Lebzeiten an cerebralen Symptomen litten, geradezu verwirrende Resultate ergeben. Das Gehirn findet sich häufig an denjenigen Stellen mindestens scheinbar intact, welche man nach den vorangegangenen Symptomen erkrankt zu finden erwartete. Ebenso oft begegnet man immensen Läsionen, wo man sie wahrlich nicht gesucht hätte. Ich muss mich bestimmt dagegen verwahren, dass etwas Aehnliches aus den Resultaten der bisher angeführten Vivisectionen herausgedeutet wird. Wenn man bei Versuchen an diesen Hirntheilen die gleichen Bedingungen herstellt, so erzielt man mit mathematischer Sicherheit die gleichen Erfolge, und die Verschiedenheiten in meinen Krankengeschichten sind durch Verschiedenheiten des Eingriffes leicht und ungezwungen zu verstehen. Hauptsächlich damit diese Thatsache ganz durchsichtig hervorträte, und damit sie nicht durch oberflächliche Wiederholungen so leicht verdunkelt würde, habe ich die Versuchsprotokolle mit abgedruckt und sie durch die Zeichnungen noch näher erläutert. Aber freilich die Versuchsbe-

dingungen müssen identisch sein. Gelegentlich der Reizversuche habe ich die Erfahrung machen müssen, dass eine Anzahl von Nacharbeitern es für ausreichend erachtete, überhaupt am grossen Gehirne zu elektrisiren, auf das Wie kam es ihnen nicht eben an. So entstehen unvergleichbare Grössen, gegen deren bedingungslose Verrechnung ich sowohl für die Vergangenheit, als für die Zukunft höchst entschieden protestire. Bei Wiederholung der heute der Discussion anheim gegebenen Versuche wird man zu berücksichtigen und anzuführen haben nicht nur w a s man zerstört und w a s man sieht, sondern auch w i e man zerstört und w a n n man sieht. Von der grössten Wichtigkeit für den Krankheitsverlauf und seine Deutung ist die gleichzeitige Aufdeckung benachbarter, wenn auch nicht direct verletzter Regionen, die Annäherung an den Sulcus cruciatus, die absolute Grösse des Defectes im Hirn und im Schädel, endlich der Zeitpunkt, während dessen Krankheitszeichen in die Erscheinung treten.

Hiermit sind die bei den Autopsien des Menschen gemachten Erfahrungen zwar nicht erklärt, aber bis dahin erstreckt sich meine Aufgabe nicht. Der physiologische Versuch schafft absichtlich die einfachsten Bedingungen, die pathologische Beobachtung muss die complicirtesten Verhältnisse in den Kauf nehmen. So ist die herrschende Dissonanz leicht verständlich, die Zeit wird auch sie wohl zur Harmonie auflösen. —

Im Laufe der vorstehenden Besprechung der bisher mitgetheilten 14 Versuche habe ich mich auf die einfache Erwähnung des merkwürdigen, von mir als Störung des Muskelbewusstseins bezeichneten Krankheitszustandes und auf seine Localisirung beschränkt. Inzwischen wird aber denjenigen Lesern, welche meine Untersuchungen mit Aufmerksamkeit auch in den vorstehenden Protokollen verfolgten, nicht entgangen sein, dass das schon jetzt sich abzeichnende Krankheitsbild von der früher in Umrissen gegebenen Schilderung nicht mehr gedeckt wird.

In der That setzt sich die aus schwereren Verletzungen des Gyrus *e* resultirende Alteration der Bewegung aus einer

beträchtlichen Zahl von Factoren zusammen, von denen wir denjenigen, welcher die eigenthümliche Färbung des Bildes bedingt, und welcher in den Extremitäten einzig und allein bei Verletzungen des Gyrus *e* erscheint, auch fernerhin als Störung des Muskelbewusstseins bezeichnen wollen. Dieser erste Factor ist damit abzugrenzen, dass der Hund seine Pfote passiv in unbequeme Stellungen bringen lässt, ohne sie zu reponiren, das er zweitens bei activen Bewegungen die afficirten Pfoten ungeschickt gebraucht. Ins Besondere rutscht er mit ihnen, zumal auf glatterem Boden und wenn er sich schüttelt oder an der Leine uach dem Futter drängt, davon, er setzt sie gelegentlich mit dem Dorsum statt mit der Sohle auf, er rotirt sie in den Schultergelenken gewöhnlich mehr nach Innen, selten mehr nach Aussen, als dies auf der anderen Seite und von gesunden Kameraden überhaupt geschieht.

Ein anderes Symptom, welches ich in meinen Protokollen Defect der Willensenergie nannte, treffen wir neben diesem Kranheitszustande. Seinen Namen wolle der Leser als einen rein conventionellen Ausdruck, nicht aber im Sinne einer Definition auffassen. Versucht man einem, durch Zureden oder Streicheln oder ähnliche Mittel ruhig gehaltenen Hunde eine Extremität aus der einmal eingenommenen Stellung zu dislociren, so wehrt er sich. Bald fühlt man einen continuirlichen Widerstand in der gefassten Pfote, bald ruckweise Contractionen, welche auch wohl in allgemeines Sträuben übergehen. Hat das Thier aber einen „Defect der Willensenergie“ erlitten, so lässt es die Dislocation einer oder beider Pfoten einer Körperhälfte widerstandslos über sich ergehen, sobald es jedoch die Extremität wieder frei fühlt, nimmt es mit maschinenähnlicher Sicherheit die vorher innegehabte Stellung wieder ein. Die Extremitäten werden also niemals in abnormen, ihnen passiv mitgetheilten Stellungen belassen, noch werden sie activ in solche Stellungen gebracht. Darin besteht der Unterschied von der früher beschriebenen Krankheit.

Während nun die Störung des Muskelbewusstseins nur durch unmittelbare oder mittelbare Läsionen des Gyrus *e* zu erzeugen ist, sahen wir den Defect der Willensenergie auch

anlässlich des 6 und 14, im Gyrus *d* ausgeführten Versuches auftreten. Ich darf und muss dem Gange meiner Darstellung hier insofern vorgreifen, als ich hinzufüge, dass grössere Verletzungen des Hinterhirns den gleichen Effect haben. Andererseits ist dieser gänzliche Mangel an Widerstand am deutlichsten wiederum schon bei ganz kleinen Verletzungen des Gyrus *e* neben den anderen Erscheinungen zu beobachten. Schlüsse möchte ich vor der Hand aus diesen Thatsachen nicht ziehen, aber es sei mir, unter gleichzeitiger Verweisung auf die Einleitung zu meinem Buche erlaubt, dem Leser einen Satz in's Gedächtniss zurückzurufen, welchen ich schon bei der ersten Entdeckung jener Centren glaubte aussprechen zu sollen. „Es ist nicht undenkbar, und kann namentlich durch das, was wir in anatomischer Beziehung über den anastomosirenden Bau dieser Theile wissen, nicht ausgeschlossen werden, dass der Hirntheil, welcher die Geburtsstätte des Wollens der Bewegung einschliesst, noch ein anderer oder vielleicht ein vielfacher ist; dass die von uns Centra genannten Gebiete nur Vermittler abgeben, Sammelplätze auf denen ähnliche aber zweckmässigere Anordnungen der Muskelbewegungen geschehen, als in der grauen Substanz des Rückenmarks und des Hirnstammes.[1]" —

Ein dritter, gelegentlich der Versuche 11 und 13 notirter Zug unseres Krankheitsbildes besteht darin, dass die Beine der operirten Thiere eine ganz veränderte Stellung zu einander und zu dem Rumpfe einnehmen, sobald das Versuchsobject in die Höhe gehoben wird. Man sieht dies sowohl dann, wenn zwei Stellen der Rückenhaut erfasst und alle Viere vom Boden entfernt werden, als auch dann, wenn nur durch Anziehen des Kopfes der Vorderkörper etwas erhoben wird. Ist nun die daneben vorhandene Störung des Muskelbewusstseins erheblich, so verharren die deviirten Beine beim Herablassen zuvörderst in ihren abnormen Stellungen, sie werden dann beim Berühren des Bodens unter vergeblichen Bemühungen, den Schwerpunkt richtig zu unterstützen, wild durcheinander geworfen, das Thier fällt auf die gelähmte Seite und oft

1) Untersuchungen. S. 26.

gelingt es ihm, weder allein noch wenn ihm die Beine zurecht gesetzt werden, wieder festen Fuss zu fassen. Auf den Grund dieses Verhaltens bin ich erst relativ spät aufmerksam geworden, habe mich aber bereits überzeugt, dass dabei eine Menge von Details, die wie es scheint in einem gewissen Turnus auftreten, zu studiren sind. Ob und in welchem Zusammenhange das Symptom mit der Deviation steht, welche von Nothnagel[1]) an dem sich auf seinen Beinen befindenden Kaninchen beobachtet wurde, vermag ich bis jetzt nicht zu entscheiden.

Von allen den angeführten Beobachtungen ist aber diejenige bei weitem die merkwürdigste, welche im Versuchsprotokoll 11 zuerst erwähnt ist, der wir aber später noch oft begegnen werden. Auch hier handelt es sich um das Uebergreifen einer Läsion des Gyrus *d* in die Nachbarwindung. Der fragliche Hund litt an einer hochgradigen Störung des Muskelbewusstseins, hatte aber sein Sehvermögen durchaus nicht eingebüsst. Nichtsdestoweniger benahm er sich mit seiner rechten Vorderpfote so, als ob für dieses Glied das Sehvermögen nicht existire, oder als ob die Gesichtseindrücke nicht zur Bildung von Vorstellungen für dasselbe verwerthet würden. Er setzte die Pfote blindlings über den Tischrand in's Leere, und würde unendlich oft kopfüber vom Tische gestürzt sein, wenn ich ihn nicht davor behütet hätte.

Hier habe ich nun wenig mehr als eine Aufzählung von allerdings höchst interessanten Symptomen gegeben. Wir werden auf alle diese Dinge später noch genauer einzugehen haben; bisher hatten wir sie eigentlich nur accidentell, als Folge von Nebenverletzungen zu berücksichtigen, so dass die angewendete Beschränkung schon aus diesem Grunde erforderlich schien.

Diese Untersuchungen wurden in einem, mir für diesen Zweck von Hrn. Geh. Rath Reichert in liberalster Weise überlassenen Arbeitsraume der königl. Anatomie ausgeführt.

Berlin, im October 1874.

---

1) A. a. O. S. 18.

Nachträgliche Bemerkung.

Bereits auf S. 9 der Vorrede zu meinem Buche musste ich mein Bedauern darüber aussprechen, das die HH. Carville und Duret in Paris es nicht für zweckmässig gehalten hatten, meine Arbeiten zunächst zu lesen, als sie eine experimentelle Kritik derselben unternahmen. Diesem Bedauern muss ich heute erneuten Ausdruck geben. Die genannten Autoren veröffentlichen nähmlich in der Gaz. méd. de Paris Nr. 43 vom 24. Octbr. in einem sehr ausführlichen Sitzungsprotocolle der Soc. de biol. vom 10. Octbr. d. J. eine Arbeit, welche als wesentlichen Bestandtheil eine Beschreibung derjenigen Beobachtungen enthält, die sie an einem im Gyrus *e* verletzten Hunde machen konnten.

Nun sind diese Beobachtungen sehr genau, fast bis auf die Worte identisch mit den von mir in Gemeinschaft mit Hrn. Fritsch bereits im Jahre 1870 publicirten, in meinem Buche reproducirten und vermehrten Thatsachen. Es handelt sich auch wiederum um dieselbe Abhandlung, über welche die HH. Carville und Duret eine Kritik geschrieben zu haben glauben. Nichtsdestoweniger wird die ganze Sache als neu vorgetragen, ohne dass die ursprünglichen Entdecker mit einer Sylbe erwähnt würden. Derselbe Tribut des Schweigens wird uns nunmehr auch rücksichtlich der Reizversuche gezollt; hier kommt nur Hr. Ferrier in Frage, obwohl derselbe rücksichtlich sämmtlicher, von den HH. Carville und Duret diesmal angeführter Thatsachen nur die Rolle des Wiederholers gespielt hat. Unter diesen Umständen muss ich annehmen, dass den beiden Herren, seitdem sie ihre sogenannte Kritik schrieben, unser Antheil an diesen Untersuchungen überhaupt aus dem Gedächtniss entschwunden ist, und es mag gerechtfertigt erscheinen, wenn ich sie an denselben erinnere.

Berlin, 9. Novbr. 1874. Dr. Eduard Hitzig.

Ueber eine neue Modification des Rivet'schen Mikrotoms.

Von
Prof. Gustav Fritsch
in Berlin.

Hierzu Tafel X.

Jeder Forscher, der sich mit mikroskopischen Untersuchungen beschäftigt hat, weiss, dass bei richtiger Behandlung der Objecte und geeigneten Messern eine geübte sichere Hand Schnitte zu liefern vermag, welche den billiger Weise zu stellenden Anforderungen genügen. Es kommt hinzu, dass häufig ein unvollkommenes, in anderen Beziehungen misslungenes Präparat manche zweifelhafte Punkte, deren Feststellung vielleicht gerade Zweck der ganzen Arbeit ist, besser zeigt als ein tadelloses Präparat. Obgleich diese beiden Thatsachen zugegeben werden müssen, so sehen wir doch stets von Neuem Instrumente auftauchen, deren Zweck ist, die mechanische Arbeit des Schneidens zu erleichtern und zu sichern. Es liegen bereits mehrere solche Apparate vor, ohne dass sie jedoch in ausgedehnterer Verwendung sind, was seinen Grund hat, nicht sowohl in der Entbehrlichkeit derselben überhaupt, sondern in gewissen, den Mikrotomen anhaftenden Unvollkommenheiten, oder im hohen Preise, oder endlich in einem Gefühl der Beschämung, sich auf ein Instrument zu verlassen, wo Andere aus freier Hand das Gleiche leisten.

Diese Gründe sind kaum zwingender Art, denn bei geschickter Anwendung des Mikrotoms dürfte es sicher gelingen,

die mit freier Hand gefertigten Arbeiten zu übertreffen, selbst wenn dabei ebenfalls mechanische Hülfsmittel in's Spiel kommen. Der Preis wird sich bei einigem Absatz nicht übermässig hoch stellen, so dass die Ersparniss an Arbeit, Mühe und Material schnell den einmal gemachten Aufwand zu decken vermöchte. Endlich ist in der Entwickelung des Mikrotoms ein entschiedener Fortschritt bemerkbar, und das Instrument zeigt sich so ausbildungsfähig, dass es gelingen muss, die bisher übel vermerkten Unvollkommenheiten in hohem Grade zu beseitigen. Dieses Ziel anzustreben ist der Zweck der vorliegenden Publication, welche in der Hoffnung geschieht, vielleicht einem oder dem anderen Forscher mühsame und kostspielige Versuche zur Verbesserung älterer Mikrotome zu ersparen.

Wohl das älteste derartige Instrument rührt von Oschatz her,[1]) es war von ziemlich complicirter, etwas kostspieliger Construction (Preis etwa 30 Thaler) und unterlag in seiner Leistungsfähigkeit erheblichen Einschränkungen, besonders hinsichtlich der Befestigungsweise des Objects und der Messerführung. — Das zu Grunde liegende Princip war dabei, dass ein solider Teller von Metall als Leitung für das mit der Hand darüber zu führende Messer diente, während das in einer centralen Oeffnung mittelst Klemmschraube befestigte oder in einem cylindrischen Ansatzstück eingefügte Object durch eine Mikrometerschraube allmählich über die Oberfläche des Tellers gehoben und so für die schnittweise Abtragung durch das Messer erreichbar wurde.

Später hat Welcker[2]) sich um die Verbesserung und Vereinfachung dieses Oschatz'schen Mikrotoms Verdienste erworben, indem er die Objectführung mittelst Glasröhren bewirkte, die in der nur wenig grösseren Telleröffnung durch Umwickeln eingepasst wurden, das Object selbst aber, in Kork eingeklemmt, mittelst Stäbchen im Lumen der Glasröhre bewegt werden

---

[1]) Beiträge zur Chemie und Mikroskopie von Dr. Franz Simon. I. 128 und 317.

[2]) Ueber Aufbewahrung mikroskopischer Objecte u. s. w. von Dr. J. Welcker. Giessen 1856.

sollte. Die Mikrometerbewegung wurde ersetzt durch Befestigung des eigentlichen Schneideapparates auf einem eisernen Dreifuss, wo das untere Ende der Glasröhre auf eine Schraube zu ruhen kam und durch Zurückdrehen dieser um bestimmte Grössen gehoben werden konnte. Mit dieser Einrichtung konnte das ganze Mikrotom damals für den billigen Preis von 6 Thlr. geliefert werden, und doch ist das Instrument, dessen Brauchbarkeit durch die Arbeiten des Erfinders bewiesen wurde, nicht sehr in Aufnahme gekommen.

Der wesentlichste Grund für diese Thatsache lag hierbei wohl auch in dem Umstande, dass die Gegner, mit Recht oder Unrecht bleibt dahingestellt, behaupteten, sie könnten dasselbe aus freier Hand leisten. Es steht zu vermuthen, dass Manche derselben den thatsächlichen Beweis für diese Behauptung nicht zu führen vermocht hätten, noch weniger dürfte dies aber gegenüber einer Form des Mikrotoms gelingen, wie sie von Frankreich her empfohlen wurde und auch bei uns besonders durch das Verdienst Leuckart's in weiteren Kreisen Eingang zu finden beginnt, als dies den früheren Instrumenten beschieden war.

Dies Instrument geht unter dem Namen des „Rivet'schen Mikrotoms" und findet sich genauer beschrieben in einer Brochüre, welche in Paris von Grönland, Cornu und Rivet herausgegeben wurde,[1]) und zwar wird es bezeichnet als „Microtome pour les tissus herbacés".[2]) Wir sehen an dieser Stelle auch das Princip des Oschatz'schen Mikrotoms wieder erscheinen, es wird aber unter dem Namen des Dr. Ranvier angeführt, während dem deutschen Autor die Priorität dafür zu gebühren scheint.

In der citirten französischen Abhandlung wird nach Autorität eines Herrn Vérick behauptet, dass in der That entsprechend der Natur und der Consistenz der Objecte verschiedene Mikrotome erforderlich seien, und sind drei Modelle empfohlen, doch unmittelbar hinterher wird wieder zugegeben,

[1]) Des préparations microscopiques etc. par J. Grönland, M. Cornu et G. Rivet. Paris 1873.

[2]) A. a. O. p. 24.

dass man wenigstens für die thierischen und pflanzlichen Objecte sowohl das Ranvier'sche (Oschatz'sche) als das Rivet'sche gebrauchen könne. Selbstverständlich kann der Unterschied für das Mikrotom nur in der Consistenz und Schnittfähigkeit der Objecte liegen und nicht in der Natur derselben.

Es wird aber die Aufgabe sein müssen, ein Mikrotom zu construiren, welches in möglichst weiten Gränzen Schwankungen der Consistenz erlaubt, um den Wechsel der Instrumente zu vermeiden. Dass das Rivet'sche dieser Anforderung nicht entsprach, wird schon durch die vom Erfinder ihm gegebene nähere Bezeichnung „pour les tissus herbacés" und durch die Beibehaltung des Ranvier'schen „pour les tissus animaux" ausgedrückt. Allerdings ist das erstere bereits mit viel Erfolg für thierische Gewebe in Anwendung gekommen, indessen liegen die Unvollkommenheiten des Instrumentes so klar auf der Hand, dass man die Einschränkung des Gebrauches wohl begreifen kann. Diese Unvollkommenheiten lassen sich aber sehr erheblich verringern und die Brauchbarkeit entsprechend erhöhen, wie sich im Folgenden ergeben dürfte.

Betrachten wir zunächst dasselbe in seiner alten Form.

Das Princip des Rivet'schen Mikrotomes beruht auf der Verwendung zweier leitenden Schienen an einer senkrechten Platte, von denen die eine rechte horizontal liegt und der Messerführung dient, während die linke, für die Führung des Objectes bestimmt, leicht nach vorwärts ansteigt. Parallel mit der ansteigenden Fläche findet sich oben auf der senkrechten Platte eine Scala, deren Theilstrichen eine bestimmte Erhebung des Objectes (0·1 Mm. Rivet) entspricht. Der Index zum Ablesen der durchlaufenen Theilstriche findet sich an einer Klemmschraube mit Schlitten, welcher auf der ansteigenden Schiene gleitet und das Object vorn zwischen den beiden Branchen der Klemmschraube aufnehmen soll. Das Messer wird auf der oberen Fläche eines ähnlichen auf der horizontalen Schiene gleitenden Schlittens mittelst einer Schraube eingespannt. Die Arbeit geht nun in der Weise vor sich, dass das Object auf der ansteigenden Schiene dem Messer entgegengeführt wird, bis es die Ebene der Schneide etwas überragt, alsdann hält

man es fest und führt auf der horizontalen Schiene das Messe darüber hin, welches so einen dünnen Schnitt von der oberen Fläche löst. Durch Zurückführen des Messers und Vorwärtsrücken des Objectträgers um eine bestimmte Grösse der Scala, wird der Apparat zur Ausführung eines neuen Schnittes hergerichtet, welcher eine der gegebenen Erhebung entsprechende Dicke haben soll.

Dies ist die Einrichtung des Rivet'schen Mikrotomes, welche im Princip einfach und sinnreich genannt zu werden verdient, so dass kein Grund vorliegt, von dem Princip abzugehen. Die Construction der einzelnen Theile des Apparates ist aber sehr unvollkommen und erheischt dringend Verbesserung.

Die Mängel liegen klar zu Tage. Bei allen solchen Präparationen beruht die grösste Gefahr in dem Umstande, dass das Object unter der Schneide des Messers ausweicht, sobald der Widerstand grösser wird als die Schärfe erlaubt. Schneidet man mit der Hand, so ersetzt eventuell ein etwas stärkerer Druck den Mangel der Schärfe und der Schnitt gelingt doch. Am Rivet'schen Mikrotom ist das Object durch Vermittelung eines fremden, vielleicht elastischen Körpers (z. B. Kork) am äussersten Ende eines beweglichen Schlittens in einer federnden Klammer befestigt. Die Folge ist dann, dass, wenn das Messer nicht sehr willig schneidet, oder der Widerstand im Object ein etwas grösserer ist, dasselbe durch ein unmerkliches Kippen oder Federn der Befestigung unter die Schnittfläche ausweicht, beim weiteren Vorschieben des Objectes aber plötzlich ein unbrauchbar dicker Schnitt erscheint. Ueberhaupt raubt diese Art der Befestigung dem Mikrotom seinen Hauptnutzen, nämlich in grösserer Ausdehnung völlig gleichmässige Schnitte zu erzielen, da die Arme der Klemmschraube nur einen sehr engen Raum umspannen. Viele Objecte oder Einschlussmittel vertragen auch gar nicht den Druck der Schraube ohne Nachtheil und da die genügende Befestigung überhaupt schwierig ist, so muss man meist darauf verzichten, eine bestimmte, erwünschte Stellung des Objectes genau einzuhalten.

Auch die Messerführung ist unvollkommen. Da der Fixationspunkt der Klinge unverrückbar auf dem rechtsseitigen

Schlitten liegt, so lässt sich die Stellung der Schneide zum Object nur in sehr engen Grenzen variiren. Ein Bedürfniss dazu ist aber entschieden vorhanden, indem gewisse Objecte eine quere, mehr hackende Stellung des Messers verlangen, während andere, allerdings die meisten, sich bei steiler Führung der Schneide leichter zerlegen lassen. Aber auch in dieser Richtung giebt das Instrument nicht den nöthigen Spielraum, weil die Klinge, sehr steil gestellt, das Object nicht mehr erreicht, bei querer Führung des Messers dagegen kommt höchstens das unterste Viertel der Schneide zur Verwendung, auch wenn die Construction des Messerstieles ein Vor- und Zurückschieben des Messers unter der Klemmschraube ermöglicht.

Um diesen Uebelständen abzuhelfen und so die Anwendbarkeit des Mikrotomes zu erhöhen, wird nun von mir folgende Construction, die sich bereits im praktischen Gebrauch gut bewährt hat, empfohlen:

Die von Rivet gegebene Grundlage der ansteigenden und horizontalen Schiene an senkrechter Platte mit Scala wird beibehalten. Diese Theile aber werden nicht nach Art der französischen in Holz ausgeführt, sondern nach Vorgang von Leipzig[1]) in solidem Metall, da das Holz zu unbeständig ist. Die senkrechte Platte (*d* der Fig.) mit den seitlichen Schienen (*b*, *c*) erhebt sich auf einer gleichfalls metallnen Basalplatte (*a*), so dass der ganze Apparat durch sein Gewicht auch ohne weitere Befestigung eine ruhige Lagerung findet.

Die Klemmschraube für das Object ist gänzlich beseitigt. Statt dessen gleitet auf der ansteigenden Schiene ein viereckiger in starkem Metall ausgeführter Kasten (*f*), dessen Dimensionen im vorliegenden Modell 6,5 Cm. bei 4 Cm. sind, die aber je nach Bedürfniss beliebig gross gewählt werden können. Auch lassen sich mehrere verschiedener Grösse für denselben Apparat verwenden. Zur besseren seitlichen Unter-

---

[1]) Der Inspector Leyser in Leipzig fertigt schon seit einigen Jahren Rivet'sche Mikrotome in solidem Messingguss ausgeführt. Ein solches liegt der hier beschriebenen Umarbeitung zu Grunde.

stützung und sicheren Führung des Kastens ist eine schmale Schiene (*m*) angebracht, welche genau parallel mit der Hauptschiene ansteigt. Der untere schräge mit Blei ausgefüllte Raum des Kastens ist durch einen horizontalen Boden abgegränzt und trägt das zur unmittelbaren Aufnahme des Objectes bestimmte Metallkästchen (*l*). In solchem Kästchen lässt sich ein Object ohne Schwierigkeit bei beliebiger genau zu bestimmender Lage mit irgend einem Einschlussmittel eingebettet oder festgeklemmt durch Umgiessen mit Stearin, Paraffin oder Wallrath (das letztere leistet mir die besten Dienste) so festlegen, dass die Einschlussmasse den oberen Rand noch genügend überragt. Das Kästchen lässt sich alsdann durch die horizontalen Schrauben (*n*, *n*) mittelst des Balkens (*p*) ganz leicht und sicher befestigen und kann einem Druck von oben unmöglich ausweichen, weil überall glatte Metallflächen fest gegeneinander lagern. Selbst seitliche Kippungen des Kästchens mit dem Object zur Regulirung der Stellung sind zulässig, da durch stärkeres Anziehen der Schrauben auch dann noch genügende Festigkeit erreicht wird. Die Grösse des Kästchens, deren sich bequem eine grössere Anzahl herstellen lässt, wählt man je nach der Grösse des Objectes, eine Beschränkung tritt erst ein durch die äussere Umfassung des gleitenden Kastens. Die Erhebung in senkrechter Richtung regulirt man ausser der Vorwärtsbewegung auf der ansteigenden Schiene durch Einlegen von planparallelen Platten von Glas oder Metall unter das Objectkästchen. Man kann so Centimeter lange Stücke in mikroskopische Scheiben zerlegen, ohne die Lagerung des Objectes verändern zu müssen; auch dies hat aber keine Schwierigkeiten, da bei Verwendung von Wallrath eine leichte Erwärmung des Metallkästchens hinreicht, die Ränder zu schmelzen und die ganze Masse zu erneuter Arbeit heben zu können.

Der Index (*o*) zum Ablesen der Verschiebung findet sich vorn auf dem Rande des Kastens, wo derselbe unmittelbar der Scala anliegt.

Auch die Messerstellung wurde in dem neuen Apparat vollständig verändert. Anstatt die Klinge direct auf dem Schlitten zu befestigen und die geringe Verschiebung durch den

geschlitzten Stiel genügen zu lassen, ist dieselbe auf einer excentrischen Scheibe befestigt, die in einer mit dem grössten Radius geschlagenen Vertiefung der oberen Platte des Schlittens läuft. Je nach Bedürfniss kann die Scheibe mehr medianwärts oder lateral angesetzt werden und ergiebt so sehr verschiedene Möglichkeiten der Messerstellung vom fast ganz Queren bis zum ganz Geraden parallel der Führungslinie, während das Object für die Schneide erreichbar bleibt. Da die excentrische Scheibe wiedernm sichere Metallanlagerung findet und sich so festschrauben lässt, so dürfte die Sicherheit der Messerführung keineswegs darunter leiden. Sollte sich wider Erwarten bei sehr resistenten Objecten ein leichtes Nachgeben der Scheibe herausstellen, so kann man, indem das Messer in der alten Weise unter die längere Schraube gelegt wird, auch ohne dieselbe arbeiten und sie nur als Unterlage benutzen. Es hat dies noch den Vortheil, dass man bei nicht ganz horizontaler Lage des Messers, wodurch sonst leicht Ungleichheiten im Schnitt und Ausweichen der Schneide veranlasst wird, die Lage durch einseitiges Unterklemmen flacher Plättchen corrigiren kann.

Die Vortheile der ganzen Einrichtung dürften auf der Hand liegen und sind zum Theil bereits angedeutet. Um dieselben zu recapituliren, so lässt sich zunächst ein Object von beliebiger Grösse in genau zu wählender Stellung zur Verarbeitung bringen. Es wird ohne Gefahr, es durch Quetschung zu verletzen, firm und sicher fixirt, und zwar giebt bei kleineren Objecten der Spielraum im gleitenden Kasten die Möglichkeit, es mehr lateral dem Ende des Messers gegenüber oder mehr median zu befestigen; es lässt sich nach vorn bringen oder ganz nach rückwärts, wodurch man in der senkrechten Erhebung die ansteigende Schiene noch besser ausnutzen kann.

Soll die Schnittdicke durch das Verhältniss der gewählten Vorwärtsbewegung des Objectes zur Ansteigung bestimmt werden, wie es Rivet beabsichtigt, aber aus den angeführten Gründen nicht erreicht, so gelingt dies wegen der Unmöglichkeit des Ausweichens von Seiten des Objectes beim vorliegenden Instrument jedenfalls noch eher. Man dürfte sich indessen auch

hier kaum darauf verlassen, da der Theil des Messers, welcher unvermeidlich frei sein muss, stets etwas federt.

Bei der Messerführung liegt der Vortheil ausser in der wie bereits erwähnt, zuweilen erforderlichen extremen Stellung in der gleichmässigeren und vollkommeneren Ausnutzung der ganzen Schneide.

Die zu dem Mikrotom erforderlichen Klingen müssen ziemlich dünn und planconvex geschliffen sein, die plane Seite selbstverständlich nach abwärts gewendet; auch dürfte sie, wenn man umfangreichere Schnitte machen will, keinen Rücken haben; der Stiel ist gleichfalls von Metall und mit einem langen Schlitz versehen zur Aufnahme der Schraube. Solche Messer von etwas unbequemer Kürze und mässiger Güte giebt Leyser seinen Mikrotomen mit. Der Preis des Ganzen ist auf 16 Thaler gestellt; in der neuen Form, deren Anfertigung der Mechanikus Bonsack[1]) in Berlin übernommen hat, stellt er sich nur wenig höher, nämlich 20 Thaler. Geeignete Messer von ähnlicher Form, aber beträchtlich länger, liefert Windler[2]) zu den Instrumenten. Zwei davon werden wie früher im Deckel des etwas längeren Kastens befestigt und man bekommt so im unteren Theile ein kleines Nebenfach zur Aufnahme der verschiedenen Metallkästchen.

Da für Manchen diese Ausgaben zu hoch sein dürften und doch wünschenswerth schien, dem Mikrotom eine grössere Verbreitung zu verschaffen, so wurde versucht, auch eine ganz billige Form zu erzielen und Dr. v. Hoffmann übernahm es, die Ausführung zu veranlassen.[3])

Hierbei ist der ganze Apparat in grösserem Maassstabe mittelst rohen Materials hergestellt und sieht sehr primitiv aus, dürfte indessen für gewisse Arbeiten ganz wohl verwendbar sein.

---

[1]) Bonsack, Berlin, S. Prinzenstrasse 29.

[2]) Windler, Berlin, N. W. Dorotheenstrasse.

[3]) Klempnermeister Wichert im Gesundbrunnen bei Berlin, N. Prinzen-Allee, liefert solche Mikrotome für 5 bis 6 Thaler das Stück.

Die senkrechte Platte und die seitlichen Schienen sind aus starkem, im Winkel gebogenem Zinkblech auf einem viereckigen Brettchen gefertigt, ebenso die beiden Schlitten zur Fixirung des Objectes und des Messers.

Durch Untergiessen der Schienen mit Gyps und theilweiser Ausfüllung der Schlitten für das Messer und das Object mit Blei erhält das Ganze eine genügende Solidität; der Gang der Schlitten lässt sich durch sorgfältiges Schleifen der gleitenden Flächen mit Schmirgel zu einem so gleichmässigen machen, wie er für weniger feine Arbeiten ausreichend erscheint.

Als Fixationspunkt für das Messer ruht auf dem entsprechenden Schlitten in sicherer Befestigung ein Feilkloben, dessen Branchen den Stiel der Klinge zwischen sich fassen und in beliebiger Stellung erhalten. Das Object wird durch Umgiessen mit einem Einschlussmittel auf dem dazu bestimmten Kasten in der gewünschten Lage fixirt, und die Arbeit geht alsdann in der oben beschriebenen Weise vor sich.

Bei entsprechender Form der Messer, als welche sich auch hier lange, mässig breite, planconvexe Klingen mit schmalem Rücken am meisten empfehlen, und hinreichender Grösse des gleitenden Kastens, unterliegt es keinen Schwierigkeiten, gleichförmige glatte Schnitte durch ganze Hemisphären auch des menschlichen Gehirns zu erzielen, und für derartige Präparate grösseren Durchmessers verspricht diese Einrichtung einigen Erfolg, während die Kosten der Herstellung für ein so grosses Mikrotom in Messingguss schon sehr beträchtlich werden müssten.

Wird dabei auch nicht mikroskopische Feinheit des Schnittes erzielt, so ist es gewiss schon viel werth, mit absoluter Genauigkeit und Sicherheit mikroskopische Durchschnitte in beliebiger Ausdehnung zu führen, was auch an gut gehärteten Gehirnen aus freier Hand nicht unerheblichen Schwierigkeiten unterliegt.

Beide Modelle, besonders aber das in Messingguss ausgeführte, geben die Möglichkeit, unter Wasser zu schneiden, was in vielen Fällen die Arbeit sehr erleichtert; man kann dies sehr leicht erreichen, indem der ganze Apparat mit dem Object in ein Gefäss mit Wasser placirt wird.

Indem die an der Scala abzulesende Stellung des Objectschlittens die richtige Führung des Schnittes verbürgt, so fällt beim Arbeiten die sonst beim Schneiden unter Wasser lästige Täuschung über die richtige Lage des Objectes hinweg, was gleichfalls einen recht erheblichen Vortheil einschliesst.

Da das zuerst beschriebene Mikrotom ausser dem Messer, dessen Reinigung keinen Schwierigkeiten unterliegt und ausser zwei Schrauben, gegen Rost empfindliche Theile nicht enthält, so erweckt das zeitweise Versenken desselben in Wasser keine erheblichen Bedenken. Wollte man indessen diese Manipulation vermeiden, so liesse sich bei der zu zweit beschriebenen Form, wo die Dimensionen des Objectkastens bedeutendere sind, der letztgenannte Theil des Apparates leicht mit einem erhöhten Rande zur Aufnahme des Wassers versehen. Es wäre dann aber nöthig, dass auch die Form des Messers eine besondere würde, um über den Rand hinweg das tiefer liegende Object in seiner oberen Fläche zu erreichen. Der Stiel der Klinge dürfte nur ganz kurz sein, um an einem im Winkel über den Rand des Objectkastens hinweggreifenden längeren Arm angesetzt werden zu können. Es lag aus den oben angedeuteten Gründen bisher keine Veranlassung vor, solche Messer anfertigen zu lassen, doch scheinen technische Schwierigkeiten hinsichtlich der Ausführung nicht vorhanden zu sein.

Schliesslich kann ich nicht umhin, auf einen Nachtheil des Mikrotoms aufmerksam zu machen, den man richtig würdigen muss, um nicht über das ganze Instrument ein unbillig absprechendes Urtheil zu fällen. Es wird häufig angenommen, ein derartiger Apparat müsse auch mit unvollkommenen Messern leidliche Schnitte liefern; dies ist aber keineswegs der Fall, vielmehr hat man gerade dem schneidenden Theil des Instrumentes ganz besondere Sorgfalt zuzuwenden. Nur bei sehr scharfem Messer löst sich der Schnitt willig von dem Object und zeigt wenigstens annähernd die der Verschiebung entsprechende Dicke.

Ein Messer, das aus freier Hand bei geschickter Verwendung zwar keinen vollkommenen, aber einen immer noch brauchbaren Schnitt liefert, wird bei der einförmigen Führung im

Mikrotom schon leicht versagen oder doch den Schnitt einreissen. Mit stumpfen Messern soll man aber überhaupt nicht arbeiten und ist dieser Vorwurf für das in Rede stehende Instrument also kein schwerer.

Mit guten Messern dürfte bei verständiger Handhabung ein Vortheil stets zu Tage treten und wird ein Mikrotom wie hier beschrieben, wohl für die meisten Zwecke anwendbar erscheinen, so dass nicht erst die Anschaffung von verschiedenen Modellen, wie die Franzosen empfehlen, nothwendig erscheint. Gewiss gelingt es auch, das Instrument noch weiter zu vervollkommnen, wenn sich bei weiterem Gebrauch Mängel herausstellen, und zahlreichere Versuche als bisher damit angestellt werden. Vielleicht trägt diese Mittheilung Einiges dazu bei, die Aufmerksamkeit in weiteren Kreisen auf dieses nützliche Instrument zu richten.

Zeichenerklärung.

a. Fussplatte des Mikrotoms;
b. die ansteigende Schiene für das Object;
c. die horizontale Schiene für das Messer;
d. die senkrechte Mittelplatte, welche oben die ansteigende Scala trägt;
e. der Schlitten zur Befestigung des Messers;
f. der Schlitten zur Aufnahme des Objectes;
g. die excentrische Scheibe zur Variirung der Messerstellung;
h. die längere Flügel-Schraube als Drehungsaxe der Scheibe;
i. die kürzere Flügel-Schraube zur Fixirung des Messers;
k. das Messer;
l. das Metallkästchen mit dem Object;
m. die ansteigende Schiene zur äusseren Unterstützung des Objectschlittens;
n. die Klemmschrauben zur Fixirung des Objectkästchens;
o. der Index;
p. der Balken zur Anlagerung an das Objectkästchen;
q. die Metallplatten zur Erhöhung des Kästchens;
r. das Object;
s. Flügelschraube als Führung des Messerschlittens.

Ueber Kehlköpfe mit supernumerären Articulationes crico-thyreoideae.

von

Dr. Wenzel Gruber,
Professor der Anatomie in St. Petersburg.

Hierzu Tafel XIa.

Der untere Rand der Cartilago thyreoidea weist Ausbuchtungen, Incisurae inferiores, auf. Deren giebt es in der Regel drei d. i. eine mittlere und zwei seitliche. Die mittlere Ausbuchtung, I. i. media, ist immer die längere, die seitlichen Ausbuchtungen I. i. laterales, sind die kürzeren. Die erstere wird zwar in der Mehrzahl der Fälle seichter als die letzteren, doch aber auch, wenigstens an den Seiten, oft ($^2/_5$ d. F.) so tief wie diese, ja sogar ($^1/_{25}$ d. F.) tiefer als sie angetroffen.

Die Incisurae inferiores kommen durch das von der hinteren und unteren Ecke jeder seitlichen Platte oder Cartilago thyreoidea absteigende untere Horn, Cornu inferius, und durch einen am unteren Rande derselben sitzenden Vorsprung zu Stande. Letzterer hat gern die Gestalt einer platten, dreiseitigen, nach auswärts umgebogenen Zacke, Processus marginis inferioris, verschiedener Grösse. Sein Sitz variirt und ist auch an beiden Hälften einer und derselben Cartilago öfters nicht derselbe. An verschiedenen Stellen der Strecke des

unteren Randes jeder Seitenhälfte (nicht Seitenplatte) der Cartilago, vom hinteren Viertel seiner Länge bis zur Mitte, oder von der Mitte desselben selbst, geht der Fortsatz ab. Ueber die Mitte der Länge dieses Randes vorwärts hinaus (bis um $^1/_9$ der Länge) wird der Sitz desselben nicht oft ($^1/_{10}$ d. F.), über das dritte Viertel der Länge rückwärts hinaus nie angetroffen.

Der Rand der Incisura inferior media bildet an seinem mittleren Abschnitte — welcher dem Mittelstücke oder der mittleren Platte (Lamina mediana) am Kehlkopfwinkel (Eminentia laryngea) der Cartilago thyreoidea angehört, — bald einen niedrigen, abwärts convexen Vorsprung ($^3/_5$ d. F.), bald keinen ($^2/_5$ d. F.); d. i. er ist bald gewölbt, bald nicht. Dieser mittlere Abschnitt der Incisura inferior media kommt ausnahmsweise ($^1/_{50}$ d. F.) ausgebuchtet vor. In solchen Fällen ist desshalb die I. media in drei Nebenausbuchtungen getheilt, oder der ganze untere Rand der Cartilago thyreoidea mit fünf Ausbuchtungen versehen, d. i. mit einer Incisura mediana mit zwei I. laterales anteriores und mit zwei I. laterales posteriores. Die I. mediana gehört der mittleren Platte der Cartilago thyreoidea, die I. laterales anteriores gehören dem vorderen Abschnitte der seitlichen Platten derselben vor dem Processus marginis inferioris, und die I. laterales posteriores dem hinteren Abschnitte derselben, hinter diesem Fortsatze und zwischen ihm und dem unteren Horne an.

Ist die Incisura mediana von beträchtlicher Tiefe, dann ist sie von den I. laterales anteriores jederseits durch einen winkligen Vorsprung, welcher der vorderen und unteren Ecke jeder seitlichen Platte zukommt und zu einem Höcker angeschwollen sein kann, geschieden, wie z. B. ein vor mir liegendes ausgezeichnetes Beispiel darthut. Articuliren diese zu Höckern angeschwollenen winkligen Vorsprünge, sind sie also Tubercula articularia, — was dann vorkommt, wenn in Folge anomaler Anordnung der Seitentheile der Cartilago cricoidea sich an dieser zugleich zwei supernumeräre Tubercula articularia anteriora, oder doch Superficies articulares anteriores, vorfinden — so hat

man es mit Tuberculis zu thun, welche rudimentäre Cornua inferiora anteriora der Cartilago thyreoidea repräsentiren.

Vor mir liegen in der That zwei Kehlköpfe, deren Cartilago thyreoidea am unteren Rande: fünf Incisurae, zwei Processus und vier Cornua, welche letztere an vier Tuberculis der Seitentheile der Cartilago cricoidea articuliren, aufweist, und deren Ligamentum crico-thyreoideum medium in einem von der Cartilago thyreoidea und C. cricoidea gebileten, völlig geschlossenen Ringe (wahres Kehlkopfsfenter, Fenestra laryngea, Merkel) so ausgespannt befestigt ist, wie ein Vorhang in einem runden Rahmen. Diese beiden Kehlköpfe, welche ich als Unica in meiner Sammlung aufgestellt habe, werde ich im Nachstehenden beschreiben.

I. Fall.

Kehlkopf eines 15jährigen Knaben, der im März 1874 zur Beobachtung gekommen war. (Fig.)

Die Cartilago thyreoidea ist normal, abgesehen von der Eminentia laryngea und dem unteren Rande.

Die Eminentia laryngea ist ungewöhnlich platt und unentwickelt. Sie überragt mit den unteren zwei Dritteln ihrer Höhe den Arcus der Cartilago cricoidea nach vorn nicht, oder kaum, d. i. dieselbe liegt mit dem letzteren fast in derselben Frontalebene.

Der untere Rand aber weist statt drei Ausbuchtungen deren fünf, statt zwei Paar Vorsprüngen deren drei Paar auf.

Von den Ausbuchtungen giebt es: eine mediane, Incisura mediana — zwei seitliche vordere, I. laterales anteriores, und zwei seitliche hintere, I. laterales posteriores. Von den Vorsprüngen sind die vorderen Tubercula articularia, welche supernumeräre rudimentäre Cornua anteriora repräsentiren, die mittleren gleichbedeutend mit den Processus marginis inferioris der Norm, und die hinteren die gewöhnlichen Cornua inferiora, oder in diesem Falle die Cornua inferiora posteriora.

Die Incisura mediana (α), welche an der platten, länglich vierseitigen, oben schmalen, nach unten allmälig breiteren

Lamina mediana (1), zwischen den rudimentären Cornua anteriora, sitzt, ist 7 Mm. weit und 3 Mm. tief (hoch); jede am vorderen Abschnitte der seitlichen Platte zwischen dem Cornu anterius und dem Processus dieses Randes sich ausdehnende I. lateralis anterior (β, β') ist 10—11 Mm. weit und 1·75 Mm. tief; endlich jede am hinteren Abschnitte derselben Platte zwischen dem genannten Processus und dem Cornu inferius posterius aufwärts dringende I. lateralis posterior ist 9 Mm. weit und 4 Mm. tief.

Das rudimentäre Cornu inferius anterius (a, a') ist ein 5—6 Mm. breites, bis 2·5 Mm. dickes, vor und auswärts etwas umgebogenes, unten abgesetztes und hier mit einer planen, halbovalen, gegen den vorderen Pol etwas abfallenden, Gelenkfläche versehenes Tuberculum, welches die Cartilago cricoidea vorn gar nicht, seitlich um 1—1·5 Mm. überragt. Der Processus marginis inferioris (b, b') geht 4 Mm. rückwärts von ersterem, 9 Mm. breit ab. Er hat die Gestalt einer, für das Alter des Individuums ungewöhnlich grossen, 2—2·5 Mm. dicken, auswärts umgebogenen dreiseitigen Zacke, die von dem Seitentheile der Cartilago cricoidea völlig und zwar bis 4 Mm. (mit der Spitze) absteht. Das Cornu inferius posterius verhält sich so wie das Cornu inferius der Norm.

Der Bogen — Arcus (3) — der Cartilago cricoidea erscheint flach gedrückt, ist an der vorderen Fläche sehr schwach convex, am oberen Rande tief ausgeschnitten, am unteren Rande schwach gewölbt. Seine Breite beträgt 7—8 Mm., seine Höhe 5 Mm. Er liegt mit der Eminentia laryngea der Cartilago thyreoidea, wie gesagt, in einer und derselben Frontalebene.

Die Seitentheile, Partes laterales, (4 4) sind wirklich unregelmässig vierseitige Platten, welche abnorm schwach gekrümmt, vorn abnorm hoch sind, über dem Arcus deutlich einen vorderen Rand aufweisen und zwischen dem vorderen und oberen Rande einen rechtwinkligen, zu einem supernumerären Tuberculum articulare angeschwollenen Vorsprung (d, d') besitzen. Vorn, im Bereiche dieses Vorsprunges, stehen sie mit den entsprechenden Abschnitten der Seitenplatten der Cartilago thyreoidea in derselben verticalen Ebene, übrigens

stehen sie von diesen Platten einwärts, und sogar mehr als gewöhnlich ab.

Ihre äussere Fläche ist in sagittaler Richtung schwach convex, in verticaler Richtung ganz seicht und weit eingedrückt. Das dem Tuberculum articulare der Norm entsprechende T. articulare posterius ist, namentlich für das Alter des Individuums, ungewöhnlich hoch, sitzt aber am gewöhnlichen Orte.

Der vordere Rand geht an der unteren Hälfte seiner Höhe ohne Grenze in den flachen Arcus über, an der oberen Hälfte aber ist er fast in verticaler Richtung tief ausgebuchtet. Die vorderen Ränder beider Seitentheile mit dem oberen Rande des Arcus unten begrenzen einen 7 Mm. weiten und 5 Mm. tiefen Ausschnitt (δ). Der obere Rand läuft schwach S-förmig gekrümmt. Der untere Rand des rechten Seitentheils weist zwei sehr seichte, der des linken zwei tiefe Ausbuchtungen auf. Diese sind am linken Seitentheile durch einen stumpfen, halb-ovalen Fortsatz (δ) geschieden. Dieser Fortsatz geht 6 Mm. breit ab und ragt 2·5 Mm. lang in eine Ausbuchtung des ersten Trachealringes. Der hintere Rand verhält sich wie gewöhnlich. Das supernumeräre Tuberculum articulare (d, d') an und neben dem Winkel, zwischen dem vorderen und dem oberen Rande, namentlich am letzteren, ist ein halbovaler, nur vorn gewölbter, oben etwas über dem oberen Rand des Seitentheiles, nicht aber innen und hinten, hervortretender 5 Mm. breiter, 2 Mm. hoher und dicker Vorsprung, welcher an seiner oberen Seite abgestutzt und hier mit einer planen, in sagittaler Richtung etwas schräg gestellten und nach vorn abfallenden Gelenkfläche versehen ist. Dasselbe liegt höher als das dem Tuberculum articulare der Norm entsprechende T. posterius, und zwar über einer sagittalen Linie, die man sich knapp über dem Tuberculum articulare posterius vorbeigehend gezogen denkt.

Jeder Seitentheil ist 2 Ctm. lang; vorn im Bereiche des Tuberculum articulare anterius 1 Ctm., rückwärts an dem Punkte einer die Mitte des Tuberculum articulare posterius

kreuzenden verticalen Linie 1·4 Cent. und am hinteren Rande 1·6—1·7 Ctm. hoch.

Die hintere Platte, Lamina Cart. cric., verhält sich wie gewöhnlich.

Das oben von der Lamina mediana und den Cornua inferiora anteriora an den vorderen und unterenEcken der Laminae laterales der Cartilago thyreoidea, unten von dem Arcus, dem freien Theil des vorderen Randes der Partes laterales und deren Tubercula articularia anteriora an deren oberem und vorderem Winkel gebildete Kehlkopfsfenster (α δ) ist oval, in verticaler Richtung 8 Mm., in transversaler Richtung bis 7 Mm. weit. Die Cartilago thyreoidea bildetdie obere kleinere. die Cartilago cricoidea die untere grössere Hälfte des Rahmens.

Die Cartilagines Wrisbergianae und C. sesamoideae fehlen. die übrigen Cartilagines sind normal angeordnet.

Von den Ligamenta sind das L. crico thyreoideum medium und die supernumerären L. crico-thyreoidea lateralia anteriora (†, †') zu erwähnen.

Das von drei Löchern für die Gefässe durchbrochene L. crico-threoideum ist von abnormer Gestalt, nämlich oval, und in dem oben beschriebenen, vollständig geschlossenen Knorpelring wie ein ausgespannter Vorhang eingerahmt. Die jederseits gleich neben dem Fenster befindlichen supernumerären Lig. crico-thyreoidea lateralia a n t e r i o r a sind so wie die gewöhnlichen Lig. crico-thyreoidea lateralia posteriora wahre Capsulae articulares, welche die rudimentären Cornua inferiora anteriora der Cartilago thyreoidea mit den Tubercula articularia anteriora der Cartilago cricoidea zu straffen Articulationes verbinden. Sie sind straffere Capsulae articulares als die Lig. cricothyreoidea lateralia posteriora.

Von den Muskeln sind nur die Mm. cricothyreoidei erwähnenswerth. Ihre vordere Portion, welche sich im Bereiche der Incisura lateralis anterior der Cartilago thyreoidea inserirt, war nämlich von dem Tuberculum articulare anterius der Cartilago cricoidea selbst und am Umfange desselben entsprungen.

II. Fall.

Kehlkopf mit Verknöcherungsstellen von einem Weibe.

Der Kehlkopf ist einer von den 300, über welche von Ende 1860 bis Ende 1864 Detailuntersuchungen angestellt worden waren, deren Resultate zu seiner Zeit hoffentlich noch werden veröffentlicht werden können.

Die Cartilagines thyreoidea und cricoidea verhalten sich ähnlich wie im vorigen Falle.

Die Eminentia laryngea ist nur am oberen Drittel der Lamina mediana der Cartilago thyroidea durch einen kleinen Vorsprung angedeutet. An den unteren zwei Dritteln ist eine 1 Ctm. breite, plan-convexe Stelle zu sehen. Der untere Rand der Cartilago weist fünf Incisurae, zwei Processus, zwei rudimentäre Cornua anteriora und zwei Cornua posteriora auf. Die I. mediana ist 7·5 Mm. weit und 5 Mm. tief. Die I. lateralis anterior dextra ist 5 Mm. weit und 1 Mm. tief, die I. l. a. sinistra 6 Mm. weit und 1·5 Mm. tief; die I. laterales posteriores sind 10 Mm. weit und 3 Mm. tief. Von den rudimentären Cornua anteriora, die vor- und abwärts gerichtet, abgestutzt und 4—5 Mm. breit sind, liegt das Dextrum 5 Mm. und das Sinistrum 6 Mm. vor dem Processus marginis inferioris.

Der Bogen der Cartilago cricoidea ist plan-convex, am oberen Rande tief ausgeschnitten, am unteren Rande gewölbt und daselbst mit einem fortsatzartigen Anhang versehen. Er liegt mit dem unteren grösseren Theile des Mittelstückes der Cartilago thyroidea in einer und derselben Frontalebene. Die Seitentheile sind wieder unregelmässig länglich-vierseitige Platten, deren vorderer Rand am oberen Theile frei und schräg vertical ausgebuchtet, am unteren Theile ohne Grenze in den Bogen übergeht. Sie sind vorn 8—8·5 Mm. hoch. Der untere Rand jedes Seitentheiles weist zwei, durch einen breiten hakenförmig gekrümmten Fortsatz geschiedene Incisurae auf. An der oberen vorderen Ecke jedes Seitentheiles sitzt wie im vorigen Falle ein ähnliches, aber ausgeprägteres Tuberculum articulare anterius, und rückwärts an der äusseren Fläche das

Tuberculum articulare posterius am gewöhnlichen Orte. Die hintere Lamina ist wie gewöhnlich beschaffen.

Das Kehlkopfsfenster zwischen der Lamina media und den rudimentären Cornua inferiora anteriora der Laminae laterales der Cartilago thyreoidea oben, und dem Bogen, den Seitentheilen und den Tubercula articularia anteriora der Cartilago cricoidea unten ist oval. Sein etwas schmälerer Pol ist nach unten gekehrt. Es ist 7·5—8 Mm. hoch und über dem zweiten Viertel oder dritten Siebentel seiner Höhe 7·5 Mm. weit. Das darin ausgespannte, ovale oder abgerundet dreieckige Lig. crico-thyreoideum medium ist von fünf Löchern durchbohrt.

Die Cartilagines Wrisbergianae sind zugegen. Auch ist die Cartilago sesamoidea der rechten Seite zugegen, welche aber, wie in so manchen anderen Fällen, sicher nur ein Anhang der C. corniculata ist, wie ich die Ehre haben werde, zu seiner Zeit zu beweisen. Diese und die übrigen Cartilagines haben nichts Abnormes an sich.

Die die Cornua inferiora anteriora der Cartilago thyreoidea mit den Tubercula articularia anteriora der Cartilago cricoidea verbindenden Lig. crico-thyreoidea erwiesen sich, wie im vorigen Falle, als straffe Capsulae articulares.

Wegen der beschriebenen anormalen Anordnungen an der Cartilago thyreoidea und C. cricoidea beider Kehlköpfe war eine Näherung des vorderen Abschnittes der Cartilago thyreoidea zum Bogen der C. cricoidea und Wiederentfernung beider oder die Niederbewegung des vorderen Abschnittes der Cartilago thyreoidea vor dem Bogen der C. cricoidea, bis zu gewissen Grenzen, völlig aufgehoben. Der vordere Abschnitt der C. thyreoidea konnte mit seinen supernumerären rudimentären Cornua inferiora anteriora auf den supernumerären Tubercula articularia anteriora der C. cricoidea nur etwas und in sehr beschränktem Grade in sagittaler Richtung hin und her rutschen. Mit Aufhebung der Hebelbewegung der C. thyreoidea mussten die durch letzteren bedingten Wirkungen wenigstens beeinträchtigt worden sein. Ob sich Erscheinungen in Folge jener voraussetzbaren Beeinträchtigungen im Leben des Indivi-

duum kundgegeben haben oder nicht, konnte nicht erfahren werden, und insbesondere nicht an einem Orte, wo Wissenschaft noch als eine Art unnützer Luxus betrachtet wird.

Für die Chirurgie dürfte die Kenntniss der Möglichkeit des Vorkommens eines völlig geschlossenen Ringes am Kehlkopffenster bei beiden Geschlechtern, als dem Orte zur Ausführung der Laryngotomie, nicht ganz unberücksichtigungswerth sein.

Erklärung der Abbildung.

Kehlkopf mit Zungenbein eines 15 jährigen Knaben.

1.	Laminae mediana	der Cartilago thyreoidea.
2. 2.	Laminae laterales	
3.	Arcus	der Cartilago cricoidea.
4. 4.	Partes laterales	
a, a'	Supernumeräre, rudimentäre Cornua inferiora anteriora	der Cartilago thyreoidea.
b, b'	Processus marginis inferioris	
c.	Cornu inferius posterius dextrum	
d. d'	Supernumeräre, rudimentäre Tubercula articularia anteriora	der Cartilago cricoidea.
e.	Tuberculum articulare posterius dextrum.	
f.	Processus marginis inferioris sinister	
α.	Incisura mediana	der Cartilago thyreoidea.
β, β'	I. laterales anteriores	
φ.	I. lateralis posterior dextra	

δ. Incisura am Arcus und an den vorderen Rändern der Partes laterales der Cartilago cricoidea.

†. Supernumeräre Articulatio crico-thyreoidea der rechten Seite (bei erhaltener Capsula articularis).

†'. Dieselbe Articulatio der linken Seite (bei entfernter Capsula articularis).

St.-Petersburg, 3./15. Juni 1874.

Ueber Kehlköpfe mit einem supernumerären Processus medianus; und über andere mit supernumerären Tubercula lateralia am mittleren, zwischen den Gelenkwülsten gelagerten Abschnitte des oberen Randes der Lamina der Cartilago cricoidea.

Von

Dr. Wenzel Gruber,

Professor der Anatomie in St. Petersburg.

Hierzu Taf. XIb.

Unter 100 vor mir liegenden Knorpelskeleten des Kehlkopfes ist der zwischen den Gelenkwülsten zur Articulation mit den Cartilagines arytaenoideae befindliche mediane Theil des oberen Randes der Platte, Lamina, der Cartilago cricoidea an 78 ausgebuchtet, an 18 gerade; horizontal, an 3 nach oben gewölbt, an 1 endlich in eine dreieckige Zacke ausgezogen. An den Enden der Ausbuchtung, oder an der Grenze zwischen dieser und den Gelenkwülsten des oberen Randes der Platte, sind an 2 Kehlköpfen beiderseitg und an 1 rechtseitig ein Höcker zu sehen. Von 300 anderen Kehlköpfen, welche vor Jahren Gegenstand der Untersuchung waren, hatte ich 2 mit einem medianen wirklichen Fortsatze in meiner Sammlung aufbewahrt.

Der mediane Theil des oberen Randes der Lamina cartilaginis cricoideae ist daher in fast $^4/_5$ d. F. mit einer in der Regel seichten Incisura versehen, in fast $^1/_5$ d. F. gerade und in $^1/_{33}$ — $^1/_{34}$ d. F. nach oben gewölbt. Derselbe ist

in $^1/_{33}$—$^1/_{34}$ d. F. von einem Tuberculum laterale beiderseitig oder nur einseitig begrenzt. Erst in $^1/_{100}$—$^1/_{150}$ d. F. erhebt sich von ihm eine mediane Zacke, oder sogar ein medianer Fortsatz, Processus medianus laminae cartilaginis cricoideae.

Die mediane Zacke oder der mediane Fortsatz des oberen Randes der Lamina cartilaginis cricoideae verhielt sich an 3 männlichen Kehlköpfen auf folgende Weise:

I. Fall.

Die Zacke ist dreieckig, stumpf. Sie erhebt sich von den mittleren zwei Vierteln des medianen Theiles des oberen Randes der Lamina. Sie ist über der rechten Hälfte des stumpfen Winkels — Linea eminens — der Lamina am höchsten, hat hier ihre stumpfe Spitze. Sie ist 7—8 Mm. breit; an der höchsten Stelle, im Bereiche der Spitze, 1·5 Mm. hoch, und 2 Mm. dick.

II. Fall.

Die Linea eminens der Lamina cartilaginis cricoideae ist an ihrem oberen Endtheile sehr ausgeprägt. Sie bildet daselbst einen 4 Mm. breiten und 1·5 Mm. rückwärts hervorspringenden dicken Wulst. An der Mitte des oberen Randes der Lamina verlängert sich jener Wulst in einen wirklichen medianen Fortsatz. Der Fortsatz hat die Gestalt eines sagittal mehr, transversal weniger comprimirten Kegels, der auf- und rückwärts vorsteht und mit seiner abgerundeten Spitze nach links gerichtet ist. Seine Höhe beträgt 2·5; seine Breite unten 4 Mm., oben 1·5 Mm.; seine Dicke unten 1·75 Mm., oben 1 Mm.

Zwischen dem Fortsatze und den Gelenkwülsten ist der mediane Theil des oberen Randes jederseits ausgebuchtet.

III. Fall. (Fig. 1. 2).

Der mediane Fortsatz (β) erhebt sich fast in der ganzen Länge des medianen Theiles des oberen Randes der Lamina. Er hat die Gestalt einer dreieckigen, grossen und dicken Platte, welche an ihrer Spitze knopfförmig angeschwollen ist.

Derselbe ist stark rückwärts geneigt, aber an seiner Spitze schwach vorwärts umgebogen und hatte, mit der ihn bedeckenden Schleimhaut des Kehlkopftheiles des Pharyn und der ihn umgebenden Drüsen der sogenannten Glandula arytaenoidea media, einen grossen Buckel in den Pharynx hinein gebildet. Seine hintere Fläche ist in verticaler Richtung concav, in transversaler im Ganzen convex. Die mediane, länglich vierseitige plane Partie derselben ist unten: 13·5, oben 2·5 Mm. breit und die Fortsetzung des breiten Winkels, Linea eminens, (α' α,) der Lamina (3); die dreieckigen seitlichen Partien aber sind Verlängerungen der Foveae der letzteren. Die vordere Fläche ist in verticaler und transversaler Richtung concav. Die Seitenränder sind ausgebuchtet. Seine Höhe misst 5—6 Mm.; seine Breite an der Basis 12—14 Mm., am knopfförmigen Ende 2·5 Mm., gleich darunter etwas weniger; seine Dicke unten an der mittleren Partie 1·5 Mm., am knopfförmigen Ende 2 Mm.

In allen 3 Fällen bildete die Zacke oder der Fortsatz mit der oberen medianen, von den oberen Rändern der Mm. crico-arytaenoidei postici begrenzten Partie der Lamina einen Rhombus (Fig. 1 (α', β.) mit abgestutztem unteren Winkel an der Linea eminens. Dieser Rhombus war im 3. Falle 12—14 Mm. breit und 8—9 Mm. hoch.

In allen Fällen ist das V-förmige Lig. crico-corniculatum (a) stark, entspringt mit seinem unteren, langen Schenkel von der Spitze der Zacke oder des Fortsatzes (β) und inserirt sich mit den Endschenkeln an die Cartilagines Santorini s. cornicula laryngis (1, 1'). Das Lig. ist 12—15 Mm. lang, wovon auf den unteren Schenkel 4—5 Mm. kommen. Im 3. Falle ist der untere Schenkel: 2—2·5 Mm. breit, jeder der oberen Schenkel um die Hälfte der Breite des unteren schmäler. In allen Fällen liegt das zu den Cartilagines Santorinianae hinter dem M. arytaenoideus transversus aufwärts gespannte Lig. crico-corniculatum zu diesem Muskel in einem Abstande, der im 3. Falle unten 2 Mm. beträgt. (Fig. 2).

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Kehlkopf mit Zungenwurzel, Zungenbein, einem Luftröhrenstücke und der Schilddrüse. (Hintere Ansicht.)

Fig. 2. Partie der hinteren Wand desselben Kehlkopfes. (Rechte Seitenansicht.)

Bezeichnung für beide Figuren:

1. 1. Cartilagines Santorini.

2. 2. „ arytaenoideae.

3. Lamina der Cartilago cricoidea.

α. Linea eminens derselben.

α′ Oberer breiter Endtheil dieser Linea.

β. An der Spitze knopfförmig angeschwollener Processus medianus am oberen Rande der Lamina.

a. V-förmiges Lig. crico-corniculatum.

b. Musculus arytaenoideus transversus.

c. c′. Mm. crico-arytaenoidei postici.

St.-Petersburg 3./15. Juni 1874.

Ueber den Musculus plantaris bicaudatus mit Endigung seines supernumerären Schwanzes im Ligamentum popliteum.

Von

Dr. Wenzel Gruber,
Professor der Anatomie in St. Petersburg.

Hierzu Tafel XI. c.

Vorkommen. Ich kenne den Plantaris bicaudatus mit Endigung seines supernumerären Schwanzes im Ligamentum popliteum u. s. w. seit 27 Jahren und habe ihn, wie die Aufzeichnungen in meinen Jahresbüchern darthun, während dieses Zeitraumes an 6 Cadavern angetroffen. Der 1. Cadaver mit diesem Muskel war mir am 28. August 1847, der 2. u. 3. im ersten Drittel 1853, der 4. am 27. März 1854, der 5. am Ende 1854 und der 5. am 4. Mai 1874 vorgekommen. An 4 dieser Cadaver war der Muskel nur einseitig (1 Mal rechtsseitig, 3 Mal linksseitig), an 2 Cadavern aber beiderseitig zugegen gewesen. Von den Individuen, welchen diese Cadaver angehört hatten, waren alle männlich und zwar 5: Russen, 1: ein Tartar. 5 Cadaver gehörten unter die Summe von 532, an welchen über den Plantaris bis Ende 1856 geflissentlich oder gelegentlich Untersuchungen angestellt worden waren. Der 6. Cadaver war der letzte von 50 anderen Cadavern, welche ich zur Ausmittelung gewisser Verhältnisse in der Knieregion im Monate April und in den ersten Tagen des Mai 1874 zergliedern liess.

Das Vorkommen des Muskels und sein Mangel hatten sich somit verhalten: nach Cadaverzahl wie 6 : 576 = 1 : 96; nach Extremitäten-Zahl wie 8 : 1156 = 1 : 144·5; d. i. unter etwa 97 Kadavern und 145—146 Extremitäten hat man erst 1 Mal den Plantaris bicaudatus zu erwarten. —

Gestalt. Der Plantaris bicaudatus ist von mir bald als verkümmerter Muskel (1 Mal), bald und häufig als ein in verschiedenem Grade gut entwickelter Muskel (7 Mal) gesehen worden. Im verkümmerten Zustande hatte er einen kurzen dreiseitigen Fleischkörper, welcher vom Anfange seiner den Tarsus nicht erreichenden Sehne einen breiten aponeurotischen Fascikel zum Lig. popliteum absandte. In den übrigen Fällen war er bald ein Muskel mit einem kurzen, platten, verschoben länglich-vierseitigen Fleischkörper, — der mit einem bogenförmig gekrümmten (unten concaven) sehnigen unteren Rande, von dessen beiden Enden sehnige Schwänze sich verlängerten, versehen war (1 Mal), — bald ein Muskel mit einem Fleischkörper ähnlicher oder spindelförmiger Form, welcher von dem inneren oberen Ende seines concaven unteren sehnigen Randes einen sehnigen Schwanz, von dem äusseren Ende aber schon einen Fleischbauch mit langer Sehne, also einen äusseren Fleischschwanz abgehen liess (2 Mal), bald endlich ein Muskel mit einem starken vierseitigen Fleischkörper (2), welcher in zwei, bald gleich — bald ungleich breite, aber immer ungleich lange Fleischbäuche (e' e''), wovon der innere obere (e') in eine kurze und der äussere untere (e'') in eine lange Sehne sich verlängerte, gespalten war (4 Mal).

Ursprung. Den Plantaris bicaudatus sah ich entspringen: bald wie den Plantaris der Norm[1]) — d. i. von dem Schenkelbein über dessen Condylus externus neben und über dem Ursprunge des Gastroknemius externus; von der Kniekapsel, im Bereiche dieses Condylus, und von dem Endtheile des Lig. popliteum, vom oberen Umfange der Kapsel angefangen

---

1) W. Gruber. „Ueber die Function des Musculus plantaris des Menschen." — Oesterr. medic. Wochenschrift. (Ergänzungsblatt d. österr. medic. Jahrb.). Wien 1845. 8. No. 45. Sp. 1411—1412. —

bis zum unteren Rande dieses Ligamentes; von dem Winkel, der durch den Uebergang des letzteren in die Ursprungssehne des Gastroknemius externus gebildet wird. und von der Sehne der ganzen Ursprungsportion dieses Muskels selbst bis zum unteren Rande jenes Ligamentes herab — (6 Mal); bald, wie ebenfalls der gewöhnliche Plantaris in manchen Fällen, nicht vom Schenkelbeine, aber von der Kniekapsel, von dem Gastroknemius externus und dem Lig. popliteum, entweder bis zu dessen unterem Rande herab (Fig.) (1 Mal) oder nicht bis dahin (1 Mal); und zwar an einer länglich-dreiseitigen oder vierseitigen Stelle, welche in verticaler Richtung 2—4. 5 Mm., in transversaler Richtung bis 1·5 Mm. breit war.

Verlauf. Mit den parallel neben- und untereinander liegenden Bündeln seines Fleischkörpers schräg ein- und abwärts; mit dem äusseren unteren Schwanze fast vertical abwärts wie der gewöhnliche Plantaris; mit dem inneren oberen Schwanze (e′) parallel dem Ligamentum popliteum (β), davon aufwärts, oder rückwärts (dieses theilweise oder ganz bedeckend — Fig.), oder abwärts, also wenig schräg ein- und abwärts.

Endigung. Mit dem äusseren sehnigen Schwanze, wenn der Muskel etwas verkümmert war, bis 1 Mm. verschmälert; im tiefen Blatte der Fascia suralis im Bereiche des Sulcus tibio-calcaneus und 5·5 Cm. über dem Calcaneus (1 Mal); sonst, mochte er nun ganz sehnig oder oben ein Fleischbauch sein, wie der gewöhnliche Plantaris (7 Mal). Mit dem inneren Schwanze, mochte dieser nun sehnig oder ein sehnig endender Fleischbauch sein, immer im Lig. popliteum, in welches er sich entweder über dessen oberem Rande, oder unter dessen unterem Rande oder an dessen hinterer Fläche sehnig verlängerte und dadurch in die Sehne des Semimembranosus fortsetzte. Im ersteren Falle (2 Mal) verbreiterte dieser Schwanz das Lig. popliteum von oben her, im zweiten Falle (1 Mal) von unten her, im dritten Falle (5 Mal) aber verstärkte er dasselbe (β) wie eine oberflächliche Schicht (e′) von bald gleicher, bald geringerer Breite und verschiedener Mächtigkeit.

Grösse. Den dreiseitigen Fleischkörper, in dem Falle

des etwas verkümmerten Muskels habe ich 4 Cm. lang und am Anfange 2 Cent. breit; den vierseitigen Fleischkörper, mit einem äusseren Fleischschwanze, am inneren Rande: 3·6 Cent. und am äusseren Rande: 5·6 Cent. lang und bis 2·7 Cent. breit; den spindelförmigen Fleischkörper, mit einem äusseren Fleischschwanze: 10·5 Cent. lang, bis 3 Cent. breit und bis 6 Mill. dick; den in zwei Bäuche endenden Fleischkörper, im höchsten Grade seiner Entwickelung, am Ursprunge längs des Gastroknemius externus: 3—4 Cent. breit (hoch) und 6 Mill. dick, am inneren oberen Fleischschwanze und an der entsprechenden oberen Partie des Fleischkörpers: 5 Cent., am äusseren unteren Schwanze und der entsprechenden unteren Partie des Fleischkörpers: 8 Cent. lang angetroffen. Der innere Fleischschwanz (e') war in einem Falle (Fig.) länglich-vierseitig, 2·3 — 2·5 Cent. lang, am Abgange 1·6 Cent., am kurzsehnigen Ende 1 Cent. breit, dort bis 6 Mill., hier 1·5—2 Mill. dick; der äussere Fleischschwanz (e'') war länglich-dreiseitig, am Fleischtheile 5·5 Cent. lang, am Abgange 1·5 Cent., am Ende 3 Mill. breit, dort 4—5 Mill., hier 1 Mill. dick, und an seiner platt-rundlichen Sehne 2 Mill. breit. Der sehnige supernumeräre Schwanz war in einem Falle eine dünne 2 Cent. breite Aponeurose, in dem anderen Falle ein parallelogrammatisches 12 Mill. langes und 3 Mill. breites und beträchtlich dickes Bündel, in dem dritten Falle ein dreiseitiges und in dem vierten Falle ein an einem Ende gespaltenes Bündel.

Wirkung. Ein kräftigerer Tensor capsulae genualis posterior externus als der gewöhnliche Plantaris.

Deutung. Der Plantaris der beschriebenen 8 Fälle ist ein Plantaris bicaudatus mit einem supernumerären Schwanze zum Lig. popliteum u. s. w., oder von diesem. Der letztere erschien in allen Fällen als ein verirrtes Bündel oder verirrte Partie der inneren oberen Hälfte des Muskels, die von dessen innerem oberen Rande angefangen bis zu seiner Mitte in verschiedener Breite sich entweder als fleischiger Bauch eine Strecke lang isolirte, oder doch in eine besondere Sehne sich verlängerte; oder als ein vom Lig. popliteum u. s. w. zum Fleischkörper des Plantaris verirrtes Rand- oder Flächenbündel

oder verirrte Rand- oder Flächenpartie. In geringeren Graden der Entwickelung des Muskels war das Bündel oder die verirrte Partie ganz sehnig (4 Mal), in den höheren Graden der Entwickelung des Muskels theilweise ein Fleischbauch, unter den ersteren Fällen hatte sich in einem Falle erst eine Partie des Anfanges der Endsehne des dreiseitigen Muskels als supernumerärer Schwanz abgelöst; in dem anderen Falle hatte sich schon von dem inneren unteren Winkel des vierseitigen Fleischkörpers eine kleine Partie desselben in den supernumerären sehnigen Schwanz fortgesetzt, während die übrige grosse Partie in die gewöhnliche Plantarissehne, als den äusseren sehnigen Schwanz endete; in dem dritten und vierten Falle, mit einem vierseitigen und spindelförmigen Fleischkörper, hatte sich der sehnige und supernumeräre Schwanz auf ähnliche Weise gebildet, der Fleischkörper aber grösstentheils in einen mit der gewöhnlichen Plantarissehne endenden Fleischbauch, als äusseren Fleischschwanz, sich ausgezogen. Unter den letzteren Fällen hatte sich in drei derselben die innere obere, von dem Schenkelbeine, der Kniekapsel und dem Gastroknemius externus entsprungene, kleinere Partie des Fleischkörpers des Muskels selbst, in dem vierten Falle (Fig.) sogar die ganze obere Hälfte desselben, die von denselben Stellen mit Ausschluss des Schenkelbeines, welches diesmal für den Muskel kein Ursprungsgebiet aufwies, entstanden war, in beträchtlicher Strecke als innerer oberer, supernumerärer Fleischschwanz (e′) isolirt, während die untere Partie des Fleischkörpers in den Fleischbauch mit der gewöhnlichen Plantarissehne, als äusseren unteren Fleischschwanz (e″) endete.

Die von J. Wood[1]) bei einem Weibe beobachteten Plantares mit einem Fleischbündel fast von derselben Grösse des Bauches der ersteren, welches von der inneren Seite des Ursprunges jedes derselben abgegangen war und an das Lig. popliteum, am Ende der Sehne, des Semimembranosus, sich inserirt hatte, waren Plantares bicaudati mit Fleischschwänzen,

1) „Variations in Human Myology." — Proceedings of the Royal Society of London. Vol. XVI. 1868. p. 516. —

wovon der supernumeräre im Lig. popliteum endete. Sie gehören somit zu den beschriebenen Muskeln.

Der Muskel, welchen Professor L. Calori[1]) in Bologna bei einem 40jährigen Mörder vorkommen, einwärts vom Plantaris vom Schenkelbeine, über dessen Condylus externus entspringen und im Lig. popliteum enden sah, ist, nach meinem Dafürhalten, gleichbedeutend mit dem inneren oberen Fleischbauche des Plantaris bicaudatus höchster Entwickelung, welcher durch völlige Abtrennung vom Plantaris ein besonderer Muskel geworden ist. Dieser Muskel, welchen Calori: „Musculus popliteus superior s. minor" nannte, würde darnach die Bedeutung eines auf die Fossa poplitea, bis zur Zwischengelenkslinie abwärts, verkürzten, supernumerären „Plantaris minor" haben. Der Name: „Popliteus minor" gebührt wohl mehr dem supernumerären, hinteren, inneren Kopfe des bisweilen vorkommenden Popliteus biceps, welchen schon H. Fabricius ab Aquapendente[2]) 1599 gesehen und auch ich, seit 1853, in 11 Fällen angetroffen hatte.

1) „Di alcuni nuovi muscoli soprannumerarii." — Memmorie della Accademia delle scienze dell' Instituto di Bologna 1877. 4. Art. 5. „Musculo popliteo superiore o piccolo." p. 143. Tav. II. Fig. 5. q. r. s. t. —

2) Op. omnia anat. et physiologica. Lipsiae 1687. „De motu locali animalium etc." p. 359.

Erklärung der Abbildung.

Rechtes Kniegelenk mit der Musculatur an dessen hinterer Seite.

1. Femur.
2. Tibia.
3. Fibula.

a. Musculus gastroknemius internus.
b. „ „ externus.
c. „ semimembranosus.
d. „ popliteus.
e. Musculus plantaris bicaudatus.
  e' Supernumerärer, innerer oberer Fleischschwanz } desselben.
  e'' Aeusserer unterer Fleischschwanz } desselben.

f. Musculus biceps femoris.
  α. Capsula genualis.
  β. Ligamentum popliteum.
  κ. „ laterale genuale externum breve.
  δ. „ interosseum.

St.-Petersburg, d. 14./26. Juni 1874.

Zur Innervation des Froschherzens.

Von

Dr. J. Steiner,

Assistenten am physiologischen Institut der Universität Halle a./S.

Beschäftigt mit Versuchen an Froschnerven, an denen ich in längeren Zwischenräumen elektrische Reizungen auszuführen hatte, hatte ich Gelegenheit Beobachtungen über die Bewegungen des ausgeschnittenen Froschherzens zu machen, die mich auf eine Untersuchung leiteten, deren Resultate der Veröffentlichung werth erscheinen können, weil sie nach einer noch wenig geübten Methode einige Aufklärung über die Innervation des Froschherzens zu geben geeignet wären. Vor mir lag das lebhaft pulsirende, mit der Rückenseite mir zugekehrte Herz eines eben getödteten Frosches, dem in der bekannten Weise das Nervmuskelpräparat entnommen war. Daneben die Galle desselben Frosches; schnitt ich diese ab und überschüttete mit derselben das Herz, so war dasselbe sofort in allen seinen Theilen zum Stillstand gebracht. Sogleich darauf wurde ein neuer Frosch getödtet und mit der eignen Galle desselben das Herz von der Brustseite überschüttet — die Pulszahl blieb ungeändert! Diese Beobachtung führte mich zu den folgenden Untersuchungen.

Versuche mit Galle.

Sollte die Rückenseite des Herzens beobachtet werden, so wurde in folgender Weise verfahren: Der Frosch wurde durch

einen Scheerenschnitt in der Höhe der Med. oblongata getödtet, Gehirn und Rückenmark zerstört, hierauf von der ersten Wunde aus zu beiden Seiten dem Rumpf entlang bis zur Symphyse Schnitte geführt, die vordere Bauchwand von der Symphyse getrennt, indess einerseits ein galvanisches Präparat übrig blieb, andererseits der Kopf, die vordere Wand des Rumpfes, die oberen Extremitäten und die sämmtlichen Eingeweide. Von diesem Präparat wurde Alles entfernt bis auf das vorsichtig frei präparirte Herz, welches dann auf der vorderen Bauchwand aufruhte, die mit den oberen Extremitäten und dem Kopf in Verbindung geblieben war. Sollte die Brustseite des Froschherzens beobachtet werden, so wurde der Frosch in derselben Weise getödtet, auf den Rücken gelegt und das Herz in üblicher Weise freigelegt.

Versuch 1. Das Froschherz ist dem Beobachter mit der Rückenseite zugekehrt und schlägt 24 Mal in der Minute; dasselbe wird mit seiner eigenen Galle überschüttet, sofort Herabsetzung auf 12 Pulse in der Minute.

2. Ebenso 42 P. p. M.

Ueberschüttung mit Galle, nach 1 M. nur 18 P.

3. Rückenseite 36 P. p. M.

Ueberschüttung mit Galle, sofort Stillstand des ganzen Herzens in Diastole. Elektrische und mechanische Reizung des Sinus[1]) ohne Erfolg, dieselbe Reizung auf Vorhof und Ventrikel angebracht, ruft einige geordnete Bewegungen hervor.

Solche Versuche in grosser Zahl angestellt, geben stets dasselbe Resultat: nach Aufträufeln der Galle auf die Rückenseite des Herzens sofortige Herabsetzung der Pulszahl, häufig Stillstand des ganzen Herzens.

Versuch 1. Beobachtung der Brustseite des Herzens, 60 P. p. M.

2 M. nach Ueberschüttung mit Galle 60 P.

2. Ebenso 48 P. p. M.

---

1) Schon A. Röhrig hatte beobachtet, dass ein mit dem Sinus auf Galle gelegtes Herz in seiner Pulszahl sehr herabgesetzt wurde, event. still stand. (Archiv f. physiolog. Heilkunde. Bd. 23.)

Nach Ueberschüttung mit Galle 48 P. p. M.

3. Ebenso 54 P. p. M.

2 M. nach Ueberschüttung mit Galle 54 P. p. M.
5 „ „ „ „ „ 48 „ „ „
10 „ „ „ „ „ 48 „ „ „

Es ist daraus zu ersehen, dass die Galle auf das Froschherz von der Brustseite applicirt innerhalb der ersten 10 Minuten keine Aenderung in der Pulszahl hervorruft, im Gegensatz zu der sofortigen Herabsetzung der Pulszahl nach Application von der andern Seite.

Diese ersten Versuche wurden schon Ende April mit den ersten Frühlingsfröschen gemacht; als dieselben später im Juni mit Sommerfröschen ausgeführt wurden, zeigte sich eine sehr deletäre Einwirkung der Froschgalle auf den Ventrikelmuskel: derselbe wurde stark runzlig und contrahirt, indess sein Stillstand jetzt in Systole erfolgte; auch die Wirkungslosigkeit der Application der Galle von der Brustseite her wurde dadurch getrübt. Eine 10procentige Lösung von glykocholsaurem Natron, schon ein Jahr alt, zeigte indess die schönste Wirkung auf das Herz in der oben angeführten Weise, ohne den Ventrikelmuskel irgendwie erheblich anzugreifen; man sah wohl einzelne, ganz leichte Einkerbungen an der Oberfläche, die indess in nichts die Ausgiebigkeit seiner Bewegungen störten. Es wurden deshalb die folgenden Versuche mit dieser Lösung ausgeführt.

Versuch 1. Einem Frosch wird 0·004 Atrop. sulf. injicirt; nach entsprechender Zeit derselbe getödtet und so präparirt, dass die Rückenseite des Herzens zur Beobachtung kommt; man zählt 66 P. p. M.

2 M. nach Ueberschüttung mit Galle 42 P.,
bald darauf Stillstand.

Sinus nicht erregbar, Vorhof und Ventrikel geben auf mechanische Reizung eine Reihe von Contractionen.

2. Atropinisirtes Herz, Brustseite 60 P. p. M.

3 M. nach Ueberschüttung mit Galle 60 „ „ „

Dies zeigt, wie nach früheren Versuchen zu erwarten stand, dass der pulsherabsetzende resp. stillstellende Einfluss der

Galle auf's Herz nicht in einer Reizung der intracardialen Vagusenden zu suchen sei.

Der Stillstand des Herzens nach Application der Galle auf die Rückenseite des Froschherzens machte mir den gleichen Eindruck, wie der Stillstand des Herzens nach der Stannius'-schen Sinusligatur[1]); der Unterschied liegt nur darin, dass in dem ersten Falle der Sinus mit still steht, während er im zweiten Falle ungestört weiterpulsirt. Diese Aehnlichkeit leitete meine weiteren Schritte.

Nach den Untersuchungen von Bidder[2]) kennen wir im Froschherzen zwei Gruppen von Ganglienzellen, von denen der eine Complex wesentlich im Sinus, der zweite wesentlich im Septum atriorum und der Atrioventricular-Furche gelegen ist. Man fasst diese beiden Gangliengruppen gewöhnlich unter dem Namen des musculo-motorischen Apparates des Herzens zusammen. Jene oben geschilderte Einwirkung der Galle auf das Froschherz ist, wie leicht ersichtlich, eine deletäre Wirkung auf die Ganglien im Sinus, indess wie verhält sich denn aber gegenüber der Galle die zweite Gangliengruppe in der Atrioventricularfurche? Wird sie afficirt oder bleibt sie intact?

Versuch 1. Um ein Herz wird die Stannius'sche Sinusligatur gelegt; Vorhof und Ventrikel stehen still, Sinus macht 42 P. p. Min. 4 M. nach Ueberschüttung mit Galle Stillstand des Sinus. Auf mechanische Reizung erfolgt keine Bewegung.

2. Schneidet man den Sinus ab, überschüttet den lebhaft pulsirenden Herztheil mit Galle, so erfolgt bald Stillstand.

Derselbe Versuch öfter wiederholt, giebt stets das gleiche Resultat: Herabsetzung der Pulszahl des Sinus resp. Stillstand desselben.

Versuch 1. Steht nach der Stannius'schen Sinusligatur das Herz still, wird der Sinus abgetragen, hierauf der Ventrikel durch einen entsprechenden Schnitt entfernt, pulsirt jetzt der

---

1) Stannius, zwei Reihen physiologischer Versuche. Dies Archiv 1852. S. 85.

2) F. Bidder, Ueber functionell verschiedene und räumlich getrennte Nervencentra im Froschherzen. Ebenda S. 163.

Vorhof, so hören nach Ueberschüttung desselben mit Galle seine Pulsationen nicht auf.

2. Ebenso; der isolirte Vorhof macht 36 Schläge p. M. Nach Ueberschüttung mit Galle ebenfalls 36 P.; nach längerer Zeit (wie sonst ja auch) 12 P. p. M.

Ist der Vorhof stehen geblieben, überschüttet man ihn von Neuem mit Galle und reizt ihn mit einer Nadel an der von H. Munk[1]) angegebenen Stelle, so erfolgen von Neuem eine Reihe von geordneten Bewegungen; ein Versuch, den man mehrere Male wiederholen kann.

Aus diesen Versuchen ist zu ersehen, dass derselbe Körper, die Galle, von den beiden Gangliensystemen nur das eine, im Sinus gelegene System afficirt, während das andere, in der Atrioventricularfurche liegende durchaus intact geblieben ist.

Versuche mit Strychnin.

1. Beobachtung der Brustseite des Froschherzens, dasselbe zeigt 42 P. p. M.

Ueberschüttet man diese Seite desselben mit einer kleinen Menge einer 0·1—0·3 % Lösung von Strychn. nitr., so beobachtet man

nach	2 M.	36 P. p. M.	
„	5 „	36 „ „ „	
„	8 „	24 „ „ „	
„	9 „	neue Ueberschüttung.	
„	10 „	24 P. p. M.	
„	20 „	18 „ „ „	

2. Ebenso; 48 „ „ „

2	M.	nach	Ueberschüttung	mit	Strychnin	36 P. p. M.
7	„	„	„	„	„	30 „
13	„	„	„	„	„	30 „
16	„	„	„	„	„	30 „

1) Es soll nicht behauptet werden, dass die Galle von der Brustseite her gar nicht auf das Herz wirkt, denn es fliesst ja nach und nach die Galle auch nach dem Sinus hin; diese Wirkung tritt aber sehr spät ein.

19 M. neue Ueberschüttung mit Strychnin
24 „ „ „ „ „ 24 P.
28 „ „ „ „ „ 18 „

3. Ebenso; 42 P. p. M.
2 M. nach Ueberschüttung mit Strychnin 36 „
5 „ „ „ „ „ 36 „
8 „ „ „ „ „ 24 „
9 „ neue Ueberschüttung mit Strychnin
10 „ „ „ „ „ 24 „
20 „ „ „ „ „ 18 „

4. Ebenso; 48 P. p. M.
2 M. nach Ueberschüttung mit Strychnin 36 P. p. M.
7 „ „ „ „ „ 30 „ „ „
13 „ „ „ „ „ 30 „ „ „
20 „ neue Ueberschüttung mit Strychnin
25 „ „ „ „ „ 24 „ „ „
29 „ „ „ „ „ 18 „ „ „

4a. Ebenso; 48 P. p. M.
2 M. nach Ueberschüttung mit Strychnin 42 P. p. M.
5 „ „ „ „ „ 30 „ „ „
15 „ „ „ „ „ 18 „ „ „

5. Beobachtung der Rückenseite des Froschherzens, dasselbe macht 48 P. p. M.
2 M. nach Ueberschüttung mit Strychnin 24 P. p. M.

6. Ebenso; 48 P. p. M.
2 M. nach Ueberschüttung mit Strychnin 24 P. p. M.

Es folgt aus diesen Versuchen, dass Strychninlösung auf das Froschherz von der Brustseite applicirt anfangs eine sehr geringe pulsherabsetzende Wirkung ausübt, dagegen von der Rückenseite her die Pulszahl sofort auf die Hälfte reducirt.

7. Atropinisirtes Herz; Beobachtung der Brustseite.
48 P. p. M.
2 M. nach Ueberschüttung mit Strychnin 42 P. p. M.
5 „ „ „ „ „ 24 „ „ „
9 „ „ „ „ „ 18 „ „ „
16 „ „ „ „ „ 18 „ „ „

8. Ebenso; 48 P. p. M.
5 M. nach Ueberschüttung mit Strychnin 24 P. p. M.
9. Atropinisirtes Herz; Beobachtung der Rückenseite.

11 h. 5 M. 60 P. p. M.
11 „ 6 „ Ueberschüttung mit Strychnin
11 „ 8 „ 42 P.
„ „ 9 „ 24 „
„ „ 12 „ 18 „
„ „ 15 „ 12 „

10. Ebenso; 60 P. p. M.

11 h. 35 M. Ueberschüttung mit Strychnin
„ „ 37 „ 36 P.
„ „ 40 „ 24 „
„ „ 43 „ 24 „
„ „ 45 „ 18 „

Damit ist erwiesen, dass die pulsherabsetzende Wirkung des Strychnins nicht in einer Erregung der intracardialen Vagusenden seinen Grund hat, sondern dass der Grund ein anderer sein muss. Sowohl um dies zu erfahren, als auch um völligen Stillstand der Herzbewegung zu erzielen, wurden die folgenden Versuche gemacht.

1. Der vom Herzen abgetrennte Sinus schlägt
54 P. p. M.
3 M. nachdem er in die Strychnin-Lösung gelegt ist 36 P.
5 „ „ „ „ „ „ „ „ 30 „
Nach einiger Zeit Stillstand seiner Bewegungen; mechanisch ist er unerregbar.

2. Der vom Herzen abgetrennte Sinus macht
30 P. p. M.

In Strychninlösung gelegt, werden seine Bewegungen schwächer, bis er endlich still steht und mechanisch unerregbar ist.

2a. Der vom Herzen abgetrennte Sinus pulsirt
60 mal p. M.

12 h. 1 M. in Strychninlösung gelegt.
„ „ 3 „ 42 P.

12 h. 5 M. 24 schwache P.
" " 12 " Stillstand; mechanisch nicht erregbar.

3. Der Rest des Herzens, die Vorhöfe und der Ventrikel, werden mit der Strychninlösung von der Rückenseite her überschüttet um 5 h. 2 M.

5 h. 17 M. Reizung nach Munk, sofortiges Schlagen beider Herztheile, das an Geschwindigkeit zunimmt, p. M. 24 P., die bis 5 h. 25 M. dauern.

5 h. 45 M. neue Ueberschüttung mit Strychnin und Reizung: sofortige Bewegung bis 5 h. 55 M.

4. Der Rest des Herzens, die Vorhöfe und der Ventrikel. werden 10 h. 46 M. in Strychninlösung gebracht; 11 h. 40 M. Reizung, worauf sofortige, lange anhaltende Bewegung folgt,

Dies Resultat ist stets dasselbe; es ist nur hinzuzufügen, dass eine an einem strychninisirten Vorhof-Ventrikel durch Stich eingeleitete Bewegung wiederholt eine halbe Stunde lang gedauert hat.

Kontrolversuch gegen Kochsalz. Es wird ein Herz ohne Sinus in eine 1 % ige Kochsalzlösung. ein anderes in eine Strychninlösung gelegt. Nach einiger Zeit werden beide in gleicher Weise mechanisch gereizt; das Herz in Kochsalz schlägt 3 M. lang, p. M. eine geringe Anzahl von Schlägen; das Strychnin-Herz schlägt 17 M. lang, 30 P. p. M.

Es geht aus diesen Versuchen hervor, dass der Angriffspunkt für das Strychnin die Ganglienguppe im Sinus ist, dass die zweite, in der Atrioventricularfurche gelegene Gruppe von Ganglien in ihrer Function durchaus durch das Strychnin nicht alterirt wird; im Gegentheil ich hatte sehr häufig den Eindruck, als ob die Erregbarkeit dieser Gruppe erhöht wäre, da ich von einem sonst normalen Herzen ohne Sinus auf Reizung kaum je eine solche lange Reihe von Pulsationen habe beobachten können, wie bei einem Herzen, das mit Strychnin behandelt war. Indess wer da weiss, wie schwierig es ist, einen solchen Unterschied constatiren zu wollen, wird es gerechtfertigt finden, wenn ich diese Erhöhung der Erregbarkeit nicht vertreten will; es ist auch für den vorliegenden Zweck

nicht von solchem Belang, ob diese Ganglien in ihrer Erregbarkeit erhöht sind; es genügt, den Nachweis geführt zu haben, dass sie von Strychnin durchaus nicht angegriffen worden sind, während die andere im Sinus befindliche Gangliengruppe durch denselben Körper eine wesentliche Alteration ihrer Functionen erfahren hat.

Versuche mit Chloroform.

1. Hängt man ein ausgeschnittenes Froschherz mit einem um die Aorten gelegten Faden an ein Stativ, welches sich unter einer Glocke befindet, und bringt man in diese Kammer ein kleines mit Chloroform getränktes Schwämmchen, so beobachtet man folgende Erscheinungen:

Herz aufgehängt schlägt 48 Mal p. M.

In Chloroformdämpfe gebracht

nach 5 M. 42 P.
„ 10 „ 36 „
„ 15 „ 30 „
„ 18 „ Stillstand des Herzens in allen seinen Theilen vom Sinus bis zum Bulbus arteriosus.

Bringt man das Herz in frische Luft, so erholt es sich und schlägt von Neuem; in die Chloroformdämpfe zurückgebracht, neuer Stillstand; nach entsprechender Lüftung wieder Bewegung.

2. Ein ausgeschnittenes Herz wird in eine kleine Kammer auf Froschhaut gelegt, pulsirt 72 mal p. M.

11 h. 35 M. wird ein ganz kleines mit ein wenig Chloroform getränktes Schwämmchen hineingelegt;
2 „ 37 „ 42 P. p. M.
38 „ 30 P. Intensität der Sinusbewegung sehr gering.
42 „ Herz steht still; reizt man den Vorhof, so erfolgen Bewegungen dieses und des Vorhofs, aber nicht des Sinus.

3. Herz in der Kammer schlägt 42 mal p. M.

11 h. 54 M. Chloroform.
11 „ 55 „ 72 P. p. M.
„ „ 56 „ 60 „ von geringer Intensitat.

12 h. bewegt sich der Sinus kaum sichtbar, während der Vorhof und Ventrikel normale Bewegungen ausführen.

12 h. 1 M. stehen auch diese still; reizt man sie mechanisch, so erfolgen geordnete Bewegungen derselben, an welchen der Sinus nicht Theil nimmt.

4. Das Herz aufgehängt schlägt 60 mal p. M. [1])

5 h. 35 M. Chloroform.
„ „ 39 „ 48 P.
„ „ 44 „ Sinus scheint still zu stehen, Vorhof und Ventrikel bewegen sich noch.
„ „ 49 „ das ganze Herz steht still.

5. Aufgehängtes Herz macht 36 Schläge p. M.

8 h. 54 M. Chloroform.
„ „ 55 „ 54 P.
„ „ 59 „ 42 „ von geringer Intensität.
9 „ 2 „ 24 „
9 „ 6 „ scheint der Sinus still zu stehen, während Vorhof und Ventrikel weiter schlagen.

6. Das aufgehängte Herz schlägt 60 mal p. M.

5 h. 5 M. Chloroform
„ „ 7 „ 60 P.
„ „ 9 „ 48 „
„ „ 13 „ 18 „
Die Sinusbewegungen sind kaum sichtbar, während Vorhof und Ventrikel sich in voller Ergiebigkeit bewegen.
„ „ 20 „ Das Herz steht in allen seinen Theilen still.

---

1) In allen diesen Versuchen kann man die zuerst von H. Ranke (Centralblatt 1867, S. 209) beobachtete Starre des Herzmuskels in späteren Stadien eintreten sehen; man muss, um den Versuch nicht zu trüben, nicht zu viel Chloroform nehmen; es tritt dann die Lähmung in den Ganglien schon früher ein, als dass der Herzmuskel so starr geworden wäre, dass er sich nicht mehr contrahiren könnte; es kommen auch Versuche vor, in denen die Starre früher eintritt, ein solcher Versuch gilt für den vorliegenden Zweck verunglückt und ist hier nicht mit aufgeführt.

Es folgt aus diesen Versuchen, dass das Chloroform die Pulsfrequenz des ausgeschnittenen Froschherzens herabsetzt, nachdem in einigen besser beobachteten Versuchen eine Steigerung der Pulsfrequenz vorausgegangen ist; bezüglich das Herz zum Stillstande bringt dadurch, dass der Sinus zu schlagen aufhört zu einer Zeit, wo die zweite Gangliengruppe offenbar noch vollständig functionirt, der Vorhof und Ventrikel sich noch ganz ausgiebig bewegen. Bemerkenswerth ist, dass die Bewegungen des Sinus nicht allein selten werden, sondern vor Allem ausserordentlich schwach, so dass man manchmal im Zweifel ist, ob er sich überhaupt noch bewegt, während Vorhof und Ventrikel normal pulsiren, aber freilich in einer geringeren Frequenz, so dass man, obgleich die Sinusbewegungen kaum sichtbar sind, doch annehmen muss, dass die wenn auch ausserordentlich schwachen Bewegungen des Sinus den Vorhöfen und dem Ventrikel die Anregung zur Bewegung ertheilen. Ob das in der That der Fall ist, lässt sich durch den Versuch entscheiden.

1. Ein aufgehängtes Herz schlägt 30 mal p. M.
 9 h. 23 M. Chloroform.
 " " 25 " 48 P.
 " " 30 " 36 "
 " " 35 " sieht man keine Bewegung des Sinus, während Vorhöfe und Ventrikel sich normal bewegen. Schneidet man jetzt durch einen raschen Scheerenschnitt den Sinus ab, so stehen auch Vorhöfe und Ventrikel dauernd still.

Es lässt sich schon nach diesen Versuchen sagen, dass von dem Chloroform nur die Sinusganglien ergriffen werden, während die zweite Gangliengruppe verschont geblieben ist.

Um indess auch hier denselben Weg der Untersuchung zu verfolgen, sollen noch Versuche angestellt werden, um zu zeigen, dass diese Wirkung des Chloroforms nicht etwa auf einer Reizung der intracordialen Vagusenden beruhe, und dass in der That nur die Sinusganglien davon afficirt werden. Man kann diese Untersuchung gleichzeitig an demselben Herzen vornehmen; es ist bekannt, dass der Vagus nur auf die Sinus-

ganglien wirkt, dass diese Wirkung auf den abgebundenen oder abgeschnittenen Sinus nicht mehr eintritt; wir bedienen uns ebenso zur isolirten Untersuchung der beiden Ganglien-systeme im Herzen der trennenden Sinusligatur; kommt unter dieser Methode die Wirkung auf die Sinusganglien noch zu Stande, so ist damit auch gleichzeitig der Beweis geliefert, dass diese Wirkung nicht auf einer Erregung des Vagus beruhen kann.

1. Wird um ein ausgeschnittenes Froschherz die Stannius'sche Sinusligatur gelegt, steht in Folge dessen das Herz bis auf den Sinus still, so hört auch dieser auf zu schlagen, wenn man ihn Chloroformdämpfen aussetzt; gegen das Ende der Thätigkeit des Sinus beginnen Vorhof und Ventrikel eine Reihe von Bewegungen.

2. Der abgebundene Sinus schlägt 48 mal p. M.
 6 h. 19 M. Chloroform.
 „ 25 „ Sinus steht still; Vorhöfe und Ventrikel beginnen eigne Bewegungen; Sinus mechanisch erregbar.

3. Der abgebundene Sinus schlägt 60 mal p. M.
 6 h. 56 M. Chloroform.
 „ 57 „ 60 P.
 „ 47 „ 48 schwache Schläge.
 7 h. steht der Sinus still; mechanisch unerregbar. Wird der Ventrikel oder die Vorhöfe gereizt, so treten Bewegungen ein und zwar 7 M. lang, 42 P. p. M. neue Reizung, neue Bewegung.

Wird das Herz gelüftet, so fängt der Sinus, der vorher vollkommen unerregbar war, von Neuem zu schlagen an.

Wir sehen demnach, dass von dem Chloroform nur die Ganglien des Sinus angegriffen werden, während die Ganglien in der Atrioventricularfurche unversehrt geblieben sind; wir sehen ferner, dass der stehen gebliebene und mechanisch unerregbare Sinus durch Lüftung sich wieder zu erholen vermag; ist derselbe noch in organischer Verbindung mit dem übrigen Herzen, so beginnen mit den Bewegungen des Sinus auch ihm folgende Bewegungen von Seiten der Vorhöfe und des Ventrikels. Sehr bemerkenswerth ist die Thatsache,

dass so ausserordentlich schwache Bewegungen des Sinus, wie sie kurz vor seinem Stillstande noch ausgeführt werden, im Stande sind, in den Vorhöfen und dem Ventrikel Bewegungen von normaler Intensität hervorzurufen; man muss annehmen, dass entweder in der That schon schwache Bewegungen von Seiten des Sinus genügen, um das übrige Herz zur Bewegung anzuregen, oder man kann annehmen, dass die Ganglien der Atrioventricularfurche durch das Chloroform in ihrer Erregbarkeit so erhöht sind, dass schon so schwache Bewegungen des Sinus genügen, um sie zur Thätigkeit anzuregen. Die Entscheidung zwischen diesen beiden Ansichten erscheint unmöglich; diese Entscheidung ist hier aber auch nicht nöthig. Es genügt nachgewiesen zu haben, dass die Gangliengruppe der Atrioventricularfurche vom Chloroform durchaus nicht geschädigt worden ist, während die Sinusganglien in ihrer Thätigkeit ebensosehr gestört worden sind[1]). Unsere Versuche weisen darauf hin, dass, abgesehen von der Integrität der Atrioventricularganglien, die Sinusganglien schon vom deletären Einflusse des Chloroforms getroffen werden, zu einer Zeit, wo der Herzmuskel durchaus noch keine wesentlichen Veränderungen zeigt. Ziehen wir aus der gesammten Versuchsreihe das Resultat, so finden wir, dass eine Anzahl von Körpern, Galle, Strychnin, Chloroform die Pulsationen des Herzens mehr oder minder herabsetzen, event. Herzstillstand hervorrufen durch Einwirkung auf den musculomotorischen Apparat im Herzen, wie man sich auszudrücken pflegt. Die weitere Untersuchung hat deutlich gezeigt, dass von den beiden Gangliensystemen, die diesen sogenannten musculomotorischen Apparat zusammensetzen, nur das eine, im Sinus des Froschherzens befindliche

---

1) Schon Scheinesson (Inaugural-Dissertation, Dorpat 1868) unter Schmiedeberg's Leitung zeigt, „dass das Chloroform die Energie der Herzthätigkeit herabsetzt, indem es direct auf den im Herzen befindlichen musculomotorischen Apparat einwirkt. Auf welche Theile des Bewegungsapparates des Herzens sich die lähmende Wirkung des Chloroforms ausschliesslich oder besonders erstreckt, ob die nervösen Theile oder die Muskelsubstanz oder beide zugleich afficirt werden, muss dahingestellt bleiben.“

ergriffen worden ist, während das andere, in der Atrioventricularfurche gelegene System durchaus keine Veränderung durch die genannten Körper erfahren hat. Wir sehen darin eine neue Stütze für die Ansicht, nach welcher die beiden Gangliensysteme durchaus nicht als gleichartig aufzufassen sind; indem die verschiedene Einwirkung desselben Körpers nicht wohl aus verschiedenen äusseren Verhältnissen der beiden Gangliengruppen resultiren kann, muss dieselbe in einer Verschiedenheit der Constitution der Gangliengruppen bedingt sein. Darin sind alle Beobachter und Erklärer einig, dass die Sinusganglien der Ausgangspunkt für die Bewegung des Herzens sind; wird dieses Centrum vom übrigen Herzen getrennt, so verfallen die restirenden Herztheile in dauernden Stillstand[1]). Angeregt werden diese Bewegungen durch innere, uns unbekannte Reize, die freilich in letzter Instanz im Blute zu suchen sind; auf äussere Reize reagirt dieses Centrum, zur Ruhe gebracht, niemals; obgleich es sich, wie oben gezeigt ist, von einem, seine Erregung zerstörenden Einfluss (Chloroform) erholen und von selbst in Bewegungen gerathen kann. Wir nennen dieses Centrum daher mit Bidder[2]) das automatische und rhythmische Centrum des Froschherzens. Das zweite in der Atrioventricularfurche gelegene Centrum ist, wenn es auch vom Sinus keine Impulse zur Thätigkeit erhält, fähig auf jeden mechanischen Reiz mit Bewegung von Vorhof und Ventrikel zu antworten; wir vindiciren demselben ebenfalls mit Bidder die Rolle eines reflectorischen Centrums, das sich normal nur so lange bewegt, als es die Impulse zur Bewegung vom automatischen Centrum aus dem Sinus erhält. Ich möchte noch einen Punkt erwähnen. Sieht man die Vergiftungen der Herzen mit Chloroform durch, so wird man sehen, dass der deletäre Einfluss auf die Sinusganglien viel schneller zu Stande kommt, wenn der abgetrennte Sinus allein den Chloroformdämpfen

1) Stannius a. a. O. — Fr. Goltz, Ueber die Bedeutung der sogenannten antomatischen Bewegungen des ausgeschnittenen Froschherzens. Archiv f. patholog. Anatomie. Bd. 21. S. 196. — H. Munk, a. a. O.

2) a. a. O.

ausgesetzt ist, als in Verbindung mit dem übrigen Herzen. Man könnte daraus auf ein reciprokes Verhältniss zwischen Vorhof und Ventrikel einerseits und Sinus andererseits schliessen, dass sich in einem von dem Vorhof und Ventrikel auf den Sinus ausgeübten, wenn man sagen darf, erfrischenden Einfluss documentiren würde. Gewiss man kann so schliessen, aber noch eine andere Betrachtung scheint mir viel natürlicher. Mag man den Sinus durch Schnitt oder Ligatur vom übrigen Herzen trennen, sollten da nicht neben der Trennung der Continuität zwischen den beiden Gangliensystemen auch einige der automatischen Ganglien selbst, wenigstens physiologisch, zerstört werden? Das Gift wirkt jetzt nur noch auf eine geringere Zahl von Ganglien und vermag so schneller seine Wirkung zu entfalten. Ferner werden durch die Abtrennung des Sinus vom Herzen eine Anzahl von Muskeln zerstört; die Thätigkeit der Ganglien offenbart sich für die Beobachtung aber nur in Bewegung der Musculatur, muss nun nicht bei der geringeren Musculatur der Stillstand eintreten? Ist der ganze Gedankengang richtig, so kann es, argumentirte ich weiter, einen Körper geben, der umgekehrt wie jene wirken, der die Reflexganglien lähmend einen Herzstillstand herbeiführen würde, ganz gleich dem nach der Stannius'schen Sinusligatur, wo also Vorhöfe und Ventrikel in Ruhe verharrten, während der Sinus seine regelmässigen Bewegungen fortsetzen würde.

Nach mancherlei Versuchen kam ich auf Folgendes:

Versuch 1. Ein ausgeschnittenes Froschherz wird von der Rückenseite beobachtet; es schlägt 48 mal p. M.

1 h. 5 M. Ueberschüttung mit Curare 0·5 %
„ 10 „ 48 P. p. M.
3 h. 40 M. schlagen Sinus und Vorhöfe 48 P. p. M., während der Ventrikel still steht; nach mechanischer Reizung schlägt derselbe eine Zeit lang 24 P. p. M., um bald wieder still zu stehen.

2. Ebenso; 48 P. p. M.

5 h. 12 M. Ueberschüttung mit Curare.
„ 22 „ 48 P. p. M.

52 M. Ventrikel fängt an auszusetzen, während die übrigen Theile regelmässig pulsiren.

6 h. 12 M. Stillstand des Ventrikels; gereizt bewegt er sich eine Zeit lang.

3. Ebenso; 54 P. p M.

9 h. 55 M. Ueberschüttung mit Curare.

10 h. 54 P.

„ 17 M. 54 „

„ 35 „ Ventrikel steht still; auf Reizung wieder Bewegung.

11 h. 35 M. Das ganze Herz steht still bis auf den Sinus, der fortschlägt.

Demnach hätte ich gefunden, was ich gesucht hatte; wenn in den Versuchen zuerst der Ventrikel zu schlagen aufhörte, während der Vorhof, der von dem gleichen Centrum innervirt wird, noch weiter schlägt, so wird diese Schwierigkeit durch die Ueberlegung beseitigt, dass die Masse des Ventrikels, die in Bewegung gesetzt werden soll, eine grössere ist, als die des Vorhofs, d. h. dass, bei gleich gesunkener Erregbarkeit der Centren, das Organ, welches eine grössere Masse hat, später zum Stillstand kommen wird, als das andere an Masse leichtere.

Indess ich verfüge über zwei Versuche, welche diese letzten Resultate vollständig vernichten. Erstens nämlich habe ich beobachtet, wie ein normales Herz ohne jeden äusseren Einfluss nach einer Stunde dieselben Erscheinungen darbot, wie jene mit Curare behandelten Herzen. Zweitens aber habe ich dieselbe Erscheinung einmal bei einem ganz normalen Herzen schon nach 15 M. eintreten sehen.

Diese beiden Beobachtungen müssen jene Resultate, die an curarisirten Herzen gewonnen sind, durchaus vernichten.

Die Forderung, die jetzt an den oben vorgeschriebenen Versuch gestellt werden muss, ist eine viel höhere: der fragliche Körper muss möglichst regelmässig innerhalb 10—15 M. jenen Herzstillstand herbeiführen; so lange er das nicht leistet, hat man Grund, dem Resultat zu misstrauen.

Es wird gewiss Sache des Zufalls sein, diesen Körper ausfindig zu machen. Ich selbst habe das Suchen nach demselben

aufgeben müssen, weil mich beim Schlusse des Sommers andere Arbeiten beschäftigten, aber ich möchte diejenigen Forscher, welche vielfach verschiedene alte und neue Körper auf ihre Wirkung auf den thierischen Organismus im Allgemeinen, sowie insbesondere auf das Herz untersuchen, bitten, auf diesen Gegenstand achten zu wollen.

Anatomische und physiologische Untersuchungen über die sensiblen Nerven der Muskeln

von

Carl Sachs.

(Fortsetzung zu Seite 195 dieses Jahrgangs.)

Hierzu Taf. XII. XIII. XIV.

III. Von der Degeneration der Nerven nach Trennung ihrer Continuität.

Geschichtliches und Histologisches.

Wenn man einen Nerven an irgend einer Stelle seines Verlaufes durchschneidet oder ätzt, so erleidet ein bestimmter Theil desselben eine eigenthümliche Veränderung, welche als Entartung, Degeneration, bezeichnet wird. Dieser Vorgang ist von zahlreichen Forschern gründlich studirt worden. Die Veränderung erstreckt sich, wie Waller[1]) fand, stets auf denjenigen Theil des Nerven, welcher von seinem „Ernährungscentrum" getrennt ist. Ein solches Centrum besteht für die motorischen Spinalnerven im Rückenmark; daher degenerirt nach Durchschneidung eines motorischen Nerven stets der peripherische Theil. Die sensiblen Nerven dagegen besitzen ihr Nutritions-Centrum im Spinalganglion; bei ihnen entartet, wenn die Durchschneidung oberhalb des Ganglion ausgeführt ist, gerade das centrale, mit dem Rückenmark verbundene Stück des Nerven, während der ganze peripherische Theil in der Regel gesund bleibt. Die Entartung des Nerven hat den Verlust der Erregbarkeit und Leistungsfähigkeit desselben zur Folge; der Verlust tritt, wie Longet[2]) fand, bei Säugethieren

---

1) Dies Archiv, 1852. S. 393.

2) Longet, Recherches expérimentales sur les conditions nécessaires à l'entretien et à la manifestation de l'irritabilité musculaire.

am vierten Tage nach der Durchschneidung ein; bei Fröschen kann sich die Erregbarkeit des Nerven mehrere Wochen lang erhalten (Schiff[1]). Doch bedarf es hierzu, wie ich gleich bemerken will, sehr günstiger Verhältnisse, namentlich der Aufbewahrung in reinlichem, kaltem Wasser. Bei einer mittleren Zimmertemperatur von 11—13° C. im Winter, weit sicherer und schneller im Sommer, findet man die Erregbarkeit eines Froschnerven 14 Tage nach der Continuitätstrennung stets erloschen.

Degenerirt der peripherische Abschnitt eines motorischen Nerven, so sind die von ihm versorgten Muskeln ausser Thätigkeit, und es geht in denselben eine Veränderung vor sich, welche als „fettige Atrophie" bezeichnet wird. Dieser Vorgang tritt jedoch sehr langsam ein; Erb[2]) und Brown-Séquard[3]) fanden die Muskeln noch nach Monaten erregbar. Bei Muskeln deren Nerven durchschnitten sind, machen sich interessante Unterschiede bemerkbar in Bezug auf die Wirkung des constanten und unterbrochenen Stromes. Nachdem schon Erb hierüber berichtet, wurden diese Verhältnisse neuerdings durch Vulpian[4]) einer eingehenden Untersuchung unterworfen. Er beobachtete bei verschiedenen Säugethieren die Erscheinungen, welche nach traumatischen Laesionen der Nn. facialis und ischiadicus eintreten; die Verletzung geschah durch sehr verschiedene Agentien, durch Zerschneidung, Quetschung, Excision eines mehr oder minder langen Nervenstückes, Unterbindung und Aetzung durch Ammoniak oder Essigsäure. Der Erfolg, sowohl in Bezug auf die Erregbarkeit von Nerv und Muskel, als auf die histologischen Veränderungen derselben, war in allen Fällen der nämliche.

1) Lehrb. d. Nervenphysiologie S. 117.

2) Zur Pathologie und pathologischen Anatomie peripherischer Paralysen. (Arch. f. klin. Med. V. 1868.)

3) Comptes rendus de la société de biologie 1851. p. 102.

4) Leçons sur la physiologie du système nerveux. Paris 1866. Ferner: Recherches relatives à l'influence des lésions traumatiques des nerfs sur les propriétés physiologiques et la structure des muscles, in den Archives de physiologie normale et pathologique publiées par Brown-Séquard, Charcot, Vulpian. Tome IV. 1871—72. p. 215.

Man hat die von diesen Autoren gefundene Thatsache, dass Muskeln, deren Nerven durchschnitten sind, in kurzer Zeit ihre Erregbarkeit für inducirte Ströme fast völlig verlieren, so deuten zu müssen geglaubt, dass man annahm, jene Erregbarkeit sei an die Integrität der intramuscularen Nerven geknüpft; Brücke[1]) hat neuerdings diese Meinung durch Experimente mit Anwendung des Curare zu stützen gesucht. Seine Versuche beweisen aber nichts weiter, als dass der Curare-Muskel für Ströme von kurzer Dauer, also inducirte und häufig unterbrochene constante weniger empfindlich ist als für dauernde constante. Ein Schwinden der faradischen Erregbarkeit lässt sich durch das Curare keineswegs erreichen, ebensowenig durch die andere Methode der „Entnervung", die Anwendung eines im Nerven aufsteigenden starken constanten Stromes. Muskeln, deren Nerven auf diese Weise gelähmt sind, reagiren vielmehr noch auf recht schwache Inductionsströme, und ich habe mich gerade der letzteren wegen ihrer bequemeren Abstufbarkeit in meinen Untersuchungen über die Wirkung quergerichteter Ströme auf die Muskelsubstanz[2]) bedient. Jene Meinung fällt aber rettungslos gegenüber den neuerdings von Vulpian (a. a. O.) constatirten Thatsachen, wonach die faradische Erregbarkeit von Muskeln, deren Nerven durchschnitten sind, nicht nur Wochen, sondern Monate fortbesteht, überhaupt nie erlischt, so lange noch Muskelgewebe vorhanden. Das Sinken jener Erregbarkeit ist gerade so gut eine pathologische Erscheinung, wie die übrigen Veränderungen, welche an Muskeln, die ihrer Innervation beraubt sind, auftreten: das von Erb angegebene, freilich von Vulpian nicht bestätigte Steigen der Erregbarkeit für den constanten Strom und speciell für den positiven Pol, ferner die allbekannte abnorme Empfänglichkeit für mechanische Irritamente, der träge Verlauf der Contractionen, die

---

1) „Ueber den Einfluss der Stromesdauer auf die elektrische Erregung der Muskeln." Wiener akad. Sitzungsber. Math. naturw. Cl. 2. Abth. LVI. S. 594.

2) „Untersuchungen über Quer- und Längsdurchströmung des Froschmuskels." S. oben, S. 57.

trophischen Störungen, die Myositis interstitialis. Ein solches, in seinen wesentlichsten Eigenschaften verunstaltetes Gewebe kann unmöglich als Maassstab für die physiologische Beurtheilung dienen; vielmehr hat die letztere daran festzuhalten, dass das normale Muskelgewebe als solches durch inducirte Ströme erregbar ist.

Ich habe mir diese kurze Widerlegung der Brücke'schen Ansicht deshalb angelegen sein lassen, damit nicht aus derselben ein Einwand gegen meine Versuche über Quer- und Längsdurchströmung des Froschmuskels entnommen werden könne, bei welchen gerade der inducirte Strom benutzt worden ist.

Die histologischen Veränderungen der Nerven sind Gegenstand der Untersuchungen von Nasse[1]), Waller[2]), Schiff[3]), Neumann[4]), Vulpian[5]) und erst kürzlich von Ranvier[6]) uud Eichhorst[7]) gewesen.

Der Vorgang beginnt damit, dass der Inhalt der Nervenfasern an Durchsichtigkeit verliert und ein trübes, wolkiges Ansehen bekommt, während die Ränder derselben durch die Präparation leichter und stärker unregelmässig werden. Es ist dies der Beginn einer albuminösen Umwandlung des Myelins, worin, wie ich noch weiter begründen werde, ein wesentlicher Theil des Processes besteht. Es treten nun, erst in grossen, dann in immer kleineren Abständen, quere Zerklüftungen der Markscheide ein, durch welche dieselbe in eine grosse Zahl rechteckiger Segmente zerfällt. Die Fähigkeit, doppelte Contouren zu bilden und bei Osmium-Behandlung sich schwarz zu färben, welche an die Integrität der Markscheide geknüpft ist, geht verloren. Die einzelnen Segmente erleiden weiterhin von den Rändern her eine Aufsaugung, in Folge deren sie sich zu ovalen Klumpen gestalten. In und neben

1) Dies Archiv 1839. S. 405.
2) A. a. O.
3) A. a. O.
4) Archiv der Heilkunde 1868. S. 199.
5) A. a. O.
6) S. dessen Mittheilung: De la dégénérescence des nerfs après leur section. Comptes rendus 1872. LXXV.
7) H. Eichhorst: „Ueber Nervendegeneration und Nervenregeneration." Virchow's Archiv LIX. S. 1—25.

denselben treten in immer grösserer Zahl Fetttröpfchen auf, welche schliesslich alles Uebrige verdrängen. Was den Axencylinder anbelangt, so gaben Schiff und Vulpian an, dass derselbe sich während des ganzen Vorganges erhalte. Diese Angabe ist irrig; der Axencylinder zerfällt schon in den ersten Stadien des Processes in Stücke und verschwindet schliesslich vollkommen. Ich hatte mich schon bei den ersten Versuchen, welche ich anstellte, von dieser Thatsache überzeugt und fand mich durch die neueste Publication Ranvier's vollkommen bestätigt. Auch Vulpian hat in seiner letzten Arbeit den früheren Irrthnm berichtigt. Aber gerade seine Darstellung leidet an gewissen Fehlern, auf welche ich bei dieser Gelegenheit aufmerksam machen möchte. Seine Angabe, dass die Kerne der Schwann'schen Scheide sich vergrössern und vermehren, ist ganz richtig. Aber die Abbildungen, welche er giebt, sind in dieser Beziehung viel zu ausschweifend; er bildet auf einem Gesichtsfelde (bei mässiger Vergrösserung) bis 10 Kerne ab. Ich habe mich weder beim Frosch, noch beim Kaninchen (Durchschneidung des N. ischiadicus) von einer so excessiven Vermehrung der Kerne überzeugen können. Gleichwohl sind Vulpian's Abbildungen vollkommen naturgetreu; nur ist nicht jede rundliche oder ovale Zeichnung, die nach der Carmin-Tinction innerhalb der Contouren der Schwann'schen Scheide sich darbietet, ein Kern. Man hat sich vielmehr zu fragen: Welches sind die Bestandtheile des Faserinhaltes, die sich durch das Carmin tingiren? Das Myelin und das Fett jedenfalls nicht; der Axencylinder ist gar nicht mehr vorhanden. Wohl aber sind zwei andere Bestandtheile in Rechnung zu ziehen. Zunächst findet man in einem gewissen Stadium als Bestandtheile des Faserinhaltes zahlreiche blasse, meist ellipsoidische Klumpen (siehe Fig. I. Taf. XII.), welche sehr wahrscheinlich aus einem Eiweisskörper bestehen und durch Carmin sich stark färben. Es ist möglich, dass dieselben aus dem umgebenden Lymphraum flüssig in die Fasern hinein gelangen und sich erst dort abscheiden, aber ich halte es für wahrscheinlich, dass solche Massen unmittelbar durch eine chemische Umwandlung des Myelins entstehen. Je mehr nämlich die

Segmentirung desselben in der oben angegebenen Weise fortschreitet, desto mehr büssen die einzelnen Segmente die charakteristischen Eigenschaften des Markes ein. Die Letzteren bestehen einmal in dem starken Lichtbrechungsvermögen, sodann in der Fähigkeit, die bekannten eigenthümlich starr-geschwungenen Contouren zu bilden, ferner in der auf partieller Wasseraufnahme beruhenden stärkekornähnlichen Schichtung und endlich in der Osmium-Reaction. Diese Eigenschaften gehen verloren; während nämlich anfangs die einzelnen Segmente das Licht stark brechen und zwei oder mehr Contouren am Rande bilden, auch durch Ueberosmiumsäure sich schwärzlich färben, findet man später Nichts als die Klumpen jener blassen Masse, welche, mit Carmin tingirt, das Bild dicht gedrängter Kerne hervorrufen. (Siehe Fig. V.)

Ein anderer Bestandtheil, auf welchen bisher noch nicht aufmerksam gemacht worden ist, sind Eiterkörperchen, zum Theil intact, zum Theil fetterfüllt und den Körnchenkugeln ähnlich. Dieselben wandern von der Schnittstelle aus in den Nerven ein und können ziemlich weit (4—5 Linien) vordringen. Sie finden sich sowohl in den Fasern selbst (siehe Figg. II. u. III.), als im Perineurium. An einem vom lebenden Frosch entnommenen Nervenschnittende, welches in lauwarmem Wasser untersucht wurde, konnte ich bei einzelnen derselben amoeboide Bewegungen noch innerhalb der Schwann'schen Scheide wahrnehmen. Auch diese Elemente färben sich bei übermässiger Dauer der Tinction stark und können für Kerne gehalten werden (Siehe Figg. IV. u. V.). Nur die Anwendung sehr starker Vergrösserung ($\frac{1350}{1}$, mit Immersion) schützt vor solchen Verwechselungen.

Der Vorgang an den Schnittenden der Nerven ist, wie Schiff richtig bemerkt hat, nicht Degeneration, sondern Entzündung. Die Schnittenden schwellen stark an durch die eitrige Infiltration; die charakteristische Segmentirung des Markes und das Auftreten der blassen Substanz hat hier nicht Statt. Wohl aber können sich Reste von Mark in grösseren und kleineren Tropfen unverändert längere Zeit erhalten, (Siehe Figg. IV. u. V. bei *m*) und dasselbe kann auch im Verlaufe des Nerven an einigen Stellen der Fall sein. Mit Unrecht bildet jedoch Vul-

pian solche Stellen als Specimina des Degenerationsvorganges ab.

Das endliche Resultat des Vorganges ist in allen Fällen dasselbe. Der Inhalt der Nervenröhren wird immer spärlicher; die blasse Masse sowohl, als die grössere Zahl der eingewanderten Fetttröpfchen wird resorbirt, und es bleibt zuletzt die leere Schwann'sche Scheide übrig, nur an wenigen Stellen noch etwas von granulirter Substanz enthaltend. Bei Säugern tritt dies Resultat gegen das Ende der dritten Woche ein; beim Frosch dauert es, an einem kalten Orte, ausserordentlich lange; bei einer mittleren Zimmertemperatur von 12° fand ich nach 7—8 Wochen den Process stets auf dieser Höhe. Schon in den ersten Stadien übrigens zeigt der Nerv auch makroskopisch gewisse Veränderungen. Er ist geschrumpft; man kann ihn mit den Nadeln sehr leicht zerfasern, ohne dass er sich dabei kräuselt, wie ein gesunder Nerv; auch nimmt die Flüssigkeit, in welcher sich das Präparat befindet, durch die ausfliessenden Fetttröpfchen ein schwach emulsives Aussehen an.

Höchst interessant ist die Mittheilung Ranvier's, dass die Zerstückelung des Axencylinders zuerst Statt hat innerhalb der von ihm[1]) entdeckten „étranglements annulaires," und zwar gerade an dem Tage, wo der Nerv (Longet) seine Leitungsfähigkeit einbüsst, nämlich bei Säugern am vierten Tage. Auch über die Vermehrung der Kerne und die Art, wie die Segmentirung des Markes erfolgt, theilt Ranvier interessante Einzelheiten mit. Das centrale Nervenende ist nach ihm ebenfalls Sitz einer Alteration, wobei das Mark in ovoide Segmente zerfällt, der Axencylinder aber intact bleibt.

Ranvier charakterisirt den Process der Degeneration als eine „suractivité" des Gewebes. Ich meinerseits würde ihn eher unter die Kategorie der Nekrobiosen im Sinne Virchow's stellen.

---

1) „Recherches sur l'histologie et la physiologie des nerfs" Arch. de phys. norm. et pathol. publ. par Brown-Séquard, Charcot, Vulpian. Tome 4me P. 129.

IV. Anwendung der Waller'schen Methode.

Da Nichts leichter ist, als eine degenerirte Nervenfaser von einer normalen zu unterscheiden, so liegt der Gedanke nahe, die Degeneration an Stelle des anatomischen Messers zur Aufsuchung der peripherischen Ausbreitung eines Nerven zu verwenden. Dieser Gedanke hat sich bereits fruchtbar erwiesen; man ist im Stande gewesen, die peripherische Ausbreitung des N. pneumogastricus aus seinem Gemisch mit dem N. accessorius herauszuerkennen; man hat nachgewiesen, dass die Chorda tympani nicht zur Zunge, sondern zum Ganglion submaxillare läuft. Was kann es Einfacheres geben, als dieses selbe Verfahren auf unseren Gegenstand anzuwenden?

Einen Versuch dieser Art hat bereits vor längerer Zeit Schiff angestellt. Er sagt in seinem Lehrbuch[1]): „Als ich bei einem Thiere das Rückenmark und die Nervenwurzelanfänge in der Gegend der Lendenanschwellung zerstört hatte, so dass nur die motorischen, nicht die sensiblen Nerven degenerirten, fand ich in den betreffenden Muskeln auch nicht eine einzige gesunde Primitivfaser mehr." Ist diese Angabe verlässig, so ist damit über die Lehre von der Sensibilität der Muskeln das Todesurtheil gesprochen.

Ich bezweifle jedoch sehr, dass sich Schiff der richtigen Methode zur Aufsuchung der Nerven in den Muskeln bedient habe. Er giebt bei einer andern Gelegenheit[2]) an, er habe zu diesem Zweck die Muskeln in lauter dünne Scheiben zerschnitten und diese einzeln mit Hülfe einer starken Kalilösung untersucht. Es lässt sich kaum ein ungeeigneters Verfahren ersinnen, als dieses. — Sodann konnte Schiff bei seinem Verfahren auch nicht mit Sicherheit erwarten, dass die sensiblen Nerven gesund blieben. Denn da er das Rückenmark mit den Nervenwurzelanfängen exstirpirte, konnte die Entzündung (ein Umstand, den er selbst anderswo[3]) hervorhebt) leicht auch die

---

1) a. a. O. S. 159.
2) Ebenda. S. 18.
3) Ebenda. S. 118.

Spinalganglien ergreifen und die nutritorische Wirkung derselben lahm legen.

Wie dem auch sei, ich bin in der Lage, mit Bestimmtheit das Gegentheil behaupten zu können. Das Versuchsthier, dessen ich mich bediente, war der Frosch. Die Operation wurde so ausgeführt, wie es in allen physiologischen Vorlesungen zur Demonstration des Bell'schen Lehrsatzes zu geschehen pflegt. Nach Eröffnung des Wirbelkanals wurden mittels einer Staarnadel die 3—4 sensiblen Wurzeln des N. ischiadicus von den motorischen abgehoben und eine der beiden Gruppen durchgerissen. Jede abgerissene Wurzel wurde aus dem Wirbelkanal herausgeholt und mittels der elektrischen Pincette geprüft; Fälle, in denen sich bei Durchschneidung der motorischen Wurzeln eine sensible eingeschlichen hatte, und umgekehrt, wurden sorgfältig ausgeschaltet. Jede sensible Wurzel wurde noch einmal dicht am Spinalganglion durchschnitten, um die conservirende Wirkung desselben zu eliminiren. Ich liess nur solche Thiere leben, bei denen ich ganz sicher war, keinen Fehler in der Ausführung der Operation begangen zu haben; etwa 40 Fälle dieser Art habe ich im Laufe von drei Semestern notirt. Bei einem Theil derselben waren auf der einen Seite die vorderen, auf der anderen die hinteren Wurzeln durchschnitten, bei den Uebrigen war nur einseitig die Durchschneidung einer der beiden Wurzelgruppen ausgeführt. Die Wunde muss sorgfältig vernäht werden, auch muss man die Frösche schonend aufbewahren und sie namentlich häufig mit frischem Wasser versehen.

Ich kann nun nicht behaupten, dass mir alle jene Thiere beweiskräftige Präparate geliefert hätten; vielmehr ist es nur etwa der fünfte Theil gewesen, welcher den gehegten Hoffnungen entsprach. Es ist nämlich nothwendig, dass die Thiere die Operation 6—8 Wochen überleben, und trotz aller Vorsicht lässt sich dies nur bei dem kleineren Theile erreichen. Die getödteten Thiere wurden sogleich, die gestorbenen im möglichst frischen Zustande untersucht. Es wurde ein Stück aus dem N. ischiadicus eines jeden Beines mit starker Vergrösserung (1:1000) untersucht, um zu constatiren, wie weit der Vorgang

der Degeneration gediehen war; andere Stücke wurden zur Untersuchung mittels Carmin und Ueberosmiumsäure bestimmt. Znnächst aber wurde ermittelt, ob Muskel und Nerv auf elektrische Reizung noch reagirten. Der Nerv war nach 6 Wochen (mittlere Zimmertemperatur 12°) stets unerregbar und in voller Degeneration. Die Muskeln des Beines zeigten sich nach Verlauf dieser Zeit (deutlicher nach 7—8 Wochen) bereits etwas missfarbig, cyanotisch, wenig elastisch, vielmehr schlaff und teigig-weich, gaben aber noch schwache Zuckungen beim Hindurchleiten des inducirten Stromes. Die eigentliche Untersuchung wurde vorzugsweise an den Mm. sartorius und cutaneus femoris ausgeführt, wenngleich gelegentlich auch andere Objecte zur Bestätigung herangezogen wurden. Die betreffenden Muskeln wurden an beiden Beinen präparirt, unter Zusatz von ¾ procentiger Kochsalzlösung auf den Objectträger gebracht und zuerst, der Orientirung halber, mit schwachen, dann mit stärkeren Systemen untersucht. Sowohl Sartorius als Cutaneus müssen ihre innere Fläche dem Beobachter zukehren.

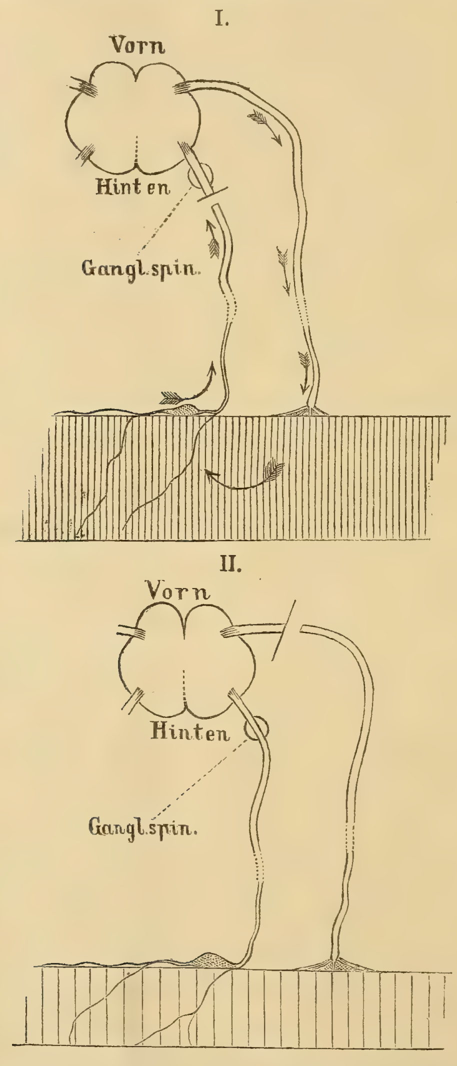
Das Resultat war folgendes: In den Fällen, wo nach Durchschneidung der vorderen Wurzeln 6—8 Wochen verstrichen waren, zeigten sich die motorischen Nerven vollständig degenerirt. Die Fasern waren stark zusammengeschrumpft, was sich deutlich an dem Durchmesser des Nervenstammes kundthat. An dem gesunden Beine eines Thieres betrug nämlich der Durchmesser des Sartorius-Nerven (ohne Scheide) 0·143 Mm; am anderen Beine, dessen motorische Nerven degenerirt waren, betrug er 0·098 Mm. Der Inhalt der Fasern bestand aus Klümpchen blasser Masse (s. oben S. 495) und zahlreichen Fetttröpfchen; alle Fasern zeigten sich grau, unscheinbar und opak. Es waren fast nur noch die secundären Verzweigungen sichtbar; die terminalen Aeste waren grösstentheils, unter Hinterlassung eines spärlichen Detritus, zu Grunde gegangen, was offenbar als eine Wirkung der durch die Bewegungen des Frosches erzeugten mechanischen Insulte aufzufassen ist. Nur einzelne der tertiären Aeste zeigten sich noch im Zusammenhang mit ihren Primitivbündeln, und die

Endigungen derselben zeigten ebenfalls die Alteration deutlich. (S. Fig. VII.). Dagegen enthielt dasselbe Präparat (Sartorius) *zwei vollkommen normale und ungetrübte, breite, markhaltige Nervenfasern*, welche durch ihre Theilung jedem der gröberen Nervenzweige Aeste abgaben. Die weitere Verbreitung der letzteren zeigte ein eigenthümliches, von dem der motorischen Nerven völlig abweichendes Verhalten. Die Schilderung desselben folgt später im morphologischen Theil. Die beigegebenen, bei schwacher Vergrösserung gezeichneten Abbildungen sind nur bestimmt, den Totaleindruck eines solchen Bildes zu versinnlichen; auf vieles histologische Détail ist verzichtet. Sie stellen entsprechende Theile der Nervenverzweigung in den beiden Sartorii eines Frosches dar, dem halbseitig die vorderen Wurzeln des N. ischiad. durchschnitten waren; in Fig. VI. liegt der gesunde Muskel vor, in Fig. VII. der erkrankte.

Von jenen normal gebliebenen Fasern nun kann mit Bestimmtheit ausgesagt werden, dass sie *den hinteren Rückenmarkswurzeln entstammen; in ihnen haben wir mithin die Empfindungsnerven des Muskels zu erblicken.*

Es liegt nun die Frage nahe: Wie gestalten sich die Präparate nach Durchschneidung der hinteren Nervenwurzeln? Ich muss gestehen, dass ich über diesen Punkt nicht ganz klar sehe. Die Degeneration der sensiblen Muskelnerven tritt nämlich sehr langsam ein und ist auch nach 6 Wochen keineswegs sehr eclatant, wenngleich ein geübtes Auge die beginnende Alteration zu erkennen vermag. Dies ist auffallend, ich glaube jedoch eine Erklärung dafür zu haben. Das obere der beiden umstehenden Schemata zeigt, wie in dem fraglichen Falle die Erregung durch die motorischen Nerven in den Muskel und durch diesen centripetal in die sensiblen Nerven zu gelangen vermag, während im anderen Falle (Schema II.) die motorischen Nerven absolut keiner Erregung theilhaftig werden, die sensiblen dagegen nach wie vor der conservirenden Wirkung des Spinalganglions geniessen. Vielleicht ist es die häufige Erregung, welche die Degeneration

der sensiblen Muskelnerven verzögert. Diese Vermuthung könnte auf experimentellem Wege wesentlich gestützt werden,



wenn es nämlich gelänge, durch häufige und intensive Reizung die Degeneration eines durchschnittenen Nerven zu

hindern oder auch nur zu verzögern. Ich habe dies versucht, ohne jedoch zu bestimmten Resultaten zu kommen. Ich durchschnitt bei drei Fröschen den N. ischiadicus auf beiden Seiten und reizte auf einer Seite den peripherischen Stumpf (in der Wunde) täglich $\frac{1}{4}$ Stunde lang mit starken Inductionsströmen. Die Thiere hielten sich 3—4 Wochen lang; die mikroskopische Untersuchung zeigte aber auf beiden Seiten die Nervenfasern in geringem Grade verändert. In zwei Fällen glaube ich allerdings einen Unterschied in der erwarteten Richtung gesehen zu haben; derselbe war jedoch zu gering, um irgend welchen Schluss darauf bauen zu können. Ich muss also diese Frage dahin gestellt sein lassen.

Uebrigens könnte es leicht auch die Schwierigkeit der Untersuchung sein, welche mich verhindert hat, in den Fällen von Degeneration der sensiblen Muskelnerven dieselbe strict nachzuweisen.

Es ist nämlich bei Weitem leichter, unter vielen veränderten, geschrumpften, getrübten Nervenfasern eine gesunde herauszufinden, als unter vielen gesunden eine veränderte, welche sich leicht versteckt. Indessen, wie dem auch sei, die Sicherheit unseres, mit Hilfe der Waller'schen Methode gewonnene Resultates wird durch diese Nebenfrage nicht beeinträchtigt.

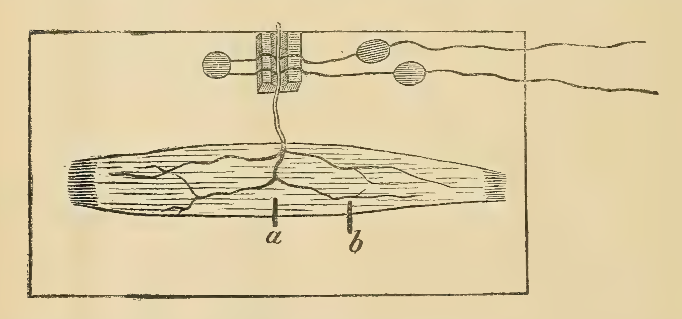
V. Mikrophysiologische Versuche am M. sartorius.

Aus den im vorigen Kapitel mitgetheilten Versuchen hat sich als unzweifelhafte Thatsache ergeben, dass die Muskeln des Frosches zweierlei Arten von Nervenfasern enthalten: solche die durch die vorderen, und solche die durch die hinteren Wurzeln das Rückenmark verlassen. Für die sensible Function dieser letzteren noch weitere Beweismittel beizubringen, erscheint daher fast überflüssig. Dennoch nehme ich keinen Anstand, die nachfolgenden Versuche mitzutheilen, da dieselben schon ihrer Methode halber einiges Interesse zu erregen im Stande sind.

Reizt man einen frischen Sartorius von seinem Nerven aus, so contrahiren sich alle Bündel in ihrer ganzen Ausdehnung. Trennt man nun eine gewisse Zahl derselben durch

einen in transversaler Richtung geführten Schnitt in zwei Theile, so kann der Fall eintreten, dass bei Reizung des Nervenstammes nur der eine Theil einer Faser sich contrahirt, der andere ruhig bleibt. Gelingt es in einem solchen Falle zu erkennen, dass der sich nicht contrahirende Theil noch intacte Verbindung mit gewissen Nervenfasern besitzt, so ist bewiesen, dass dieses nicht motorische Nerven sind; denn wären sie es, so müssten sie jenen Theil in Contraction versetzen.

Ich habe diesen Versuch häufig ausgeführt. Der Sartorius mit seinem Nerven wurde in der auf S. 191 dieses Archivs von mir geschilderten Weise präparirt; den Nerv liess ich mit einem dünnen Streifen Muskelsubstanz (aus den Adductoren herausgeschnitten) in Verbindung, um ihn vor dem Vertrocknen zu schützen. Das Präparat gelangte auf einen Objectträger, welchem seitlich ein kleines, mit einer Rinne versehenes Korkbänkchen aufgekittet war. Ueber die Rinne (s. die Figur) waren die Enden zweier Drähte als Elek-



troden gelegt, dieselben führten zu dem du Bois-Reymond-schen Schlüssel, und von diesem zwei andere Drähte zum Schlitten-Inductorium, dessen primäre Rolle durch einen Daniell geschlossen war. In jene Korkrinne wurde der Nerv gebettet, während der Muskel in $^3/_4$ procentiger Na Cl-Lösung auf der Glasplatte schwamm. Die innere Fläche desselben wurde mit 65facher Vergrösserung untersucht, und eine zur Anstellung des Versuches passende Stelle ermittelt (z. B. a, in ob. Fig.). Hier wurde nun mit einem feinen, haarscharfen

Scalpell der Schnitt geführt, und, nachdem die idiomusculären Contractionen aufgehört hatten, zur Reizung des Nerven geschritten, welche, um directe Reizung des Muskels auszuschliessen, mit minimaler Stromesstärke (Rollenabstand 250—200 Mm) geschah. In der That ereignete es sich manches Mal, dass zwei bis drei benachbarte Primitivbündel sich nur auf einer Seite des Schnittes contrahirten, auf der anderen ruhig blieben. Da nun von der nachtheiligen Wirkung des Schnittes beide Seiten in gleichem Maasse betroffen waren, blieb Nichts übrig, als anzunehmen, dass die sich nicht contrahirenden Theile von aller Verbindung mit motorischen Nerven abgeschnitten waren. Meist gelang es dann, nachzuweisen, dass Zweige jener anderen, dubiösen Nervenfasern zu den betreffenden Bündeln gelangten, und hierdurch war der Beweis geliefert, dass dies nicht motorische Nerven waren. Indess gelingt der Versuch in dieser Form nur selten. Da nämlich die beiden Hälften des durchschnittenen Primitivbündels von der Contraction des Gesammt-Muskels mit fortgerissen werden, erfordert es besonders günstige Umstände, die oben geschilderte Modalität des Vorganges mit Sicherheit zu erkennen.

Dagegen gelingt der Versuch in den meisten Fällen, wenn man zu dem ersten Schnitt noch einen zweiten (z. B. b in d. Zeichn. auf vor. S.) hinzufügt. Es wird alsdann ein kleines Bruchstück eines Primitivbündels isolirt, und man kann den Ausschluss der motorischen Innervation mit einiger Sicherheit erwarten. Der Abstand der beiden Schnitte, sowie die Breite eines jeden, (von welcher die Zahl der getroffenen Primitivbündel abhängt), sind natürlich den Umständen anzupassen, indem es sich vor Allem darum handelt, die Nervenfasern nicht zu verletzen, deren Function zu ermitteln man beabsichtigt. Man muss aus diesem Grunde die Schnitte bei gleichzeitiger Beobachtung unter dem Mikroskop führen, ein Verfahren, welches schwierig ist und grosse Uebung erfordert. Der geringste Abstand der beiden Schnitte muss 2 Mm. betragen. Man wird auch in diesem Falle nicht auf's Gerathewohl schneiden, sondern sich eine passende

Stelle aussuchen, Ich habe zu diesen Versuchen fast nur den Rand des Muskels benutzt; die Beobachtung ist hier durch die geringe Zahl der Faserschichten wesentlich erleichtert, und auch die Schnitte gelingen hier am Besten. Sowohl am medialen als am lateralen Rande des Muskels finden sich fast immer Stellen, wo sensible Ausläufer unter Abgabe von Terminalästen bis an den Rand laufen, während von motorischen Elementen Nichts wahrzunehmen ist. Hat man zu beiden Seiten einer solchen Faser die Schnitte geführt, so schreitet man zur Reizung des Nervenstammes und sieht zu, ob jene Stelle sich contrahirt. In dieser letzteren Hinsicht ist nun Folgendes zu bemerken. Man muss sich hüten, das blosse Eintreten einer Bewegung an der beobachteten Stelle für eine Contraction zu nehmen; eine zuckende Bewegung muss selbst dann eintreten, wenn die fragliche Region ganz ruhig ist, indem dieselbe von den übrigen Bündeln mitfortgerissen wird. Man muss vielmehr die betreffenden Primitivbündel selbst genau im Auge behalten und zusehen, ob eine Verdickung derselben eintritt; nur in diesem Falle hat Contraction stattgefunden. Man kann sich die Beobachtung in gewissem Grade erleichtern, wenn man den Muskel auf irgend eine Weise durch Fixation seiner beiden Enden hindert, sich zu verkürzen; dann ist das zu beobachtende Fragment rein auf sich selbst angewiesen, und die Verdickung ist leichter zu constatiren.

Hat man sich überzeugt, dass ein Faserbruchstück, welches nur noch mit den fraglichen sensiblen Nerven in Verbindung steht, keine Contractionen zeigt, so muss man Controlversuche an motorischen Fasern anstellen. Man sucht eine Stelle, wo motorische Fasern am Rande des Muskels ihre Endigung finden, führt dor zwei ganz ähnliche Schnitte und reizt den Nervenstamm mit derselben Stromesstärke. Tritt Contraction an dem Fragment ein, so ist bewiesen, dass es nicht die Wirkung der Schnitte war, welche im vorangegangenen Falle die Fähigkeit der Contraction vertilgt hat. In der That kann man an einer solchen Stelle stets noch Contractionen beobachten, falls nicht die Erregbar-

keit des Präparates schon zu stark abgenommen hat. Letzterer Punkt ist von Wichtigkeit; man muss mit der grössten Schnelligkeit operiren, da der Sartorius keineswegs zu den sehr lebenskräftigen Muskeln des Frosches zu rechnen ist. Beim Absterben des Muskels tritt die bekannte, von Prévost und Dumas irrthümlich als Contractionsphaenomen gedeutete Zickzackbiegung ein, indem die an der Oberfläche gelegenen, bereits abgestorbenen Muskelfasern jeder Contraction der tieferen Schichten passiv zu folgen genöthigt sind. In diesem Stadium, welches bereits wenige Minuten nach der Präparation beginnt, sind die Muskeln für die in Rede stehenden Beobachtungen gänzlich untauglich; es bedarf daher einiger Dexterität, um zu Resultaten von der geschilderten Art zu gelangen.

Berlin, im September 1874.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. I. Degenerirte Nervenfaser aus dem N. ischiadicus des Frosches. Fünf Wochen nach der Durchschneidung des Nerven. Frisch. — p: Spindelförmiger Kern des Perineuriums; s: die Schwann'sche Scheide; k: ein Kern derselben. — Der Inhalt der Faser besteht aus Klumpen einer blassen, eiweissartigen Substanz nebst zahlreichen Fetttröpfchen. — Vergrösserung 1:1000.

Fig. II. Entzündete Nervenfaser aus dem N. ischiadicus des Kaninchens. 3 Wochen nach der Durchschneidung des Nerven aus dem peripher. Schnittende entnommen. Frisch. Die Faser ist stark angeschwollen durch die eingewanderten zahllosen Eiterkörperchen und Fetttröpfchen. p und s dasselbe, wie in vor. Fig. — Vergrösserung 1:1000.

Fig. III. Eine andere, varicöse Stelle derselben Nervenfaser. — Zu beiden Seiten der Varicosität ist die Schwann'sche Scheide leer und faltig collabirt; bei k ein Kern derselben. — Vergr. 1:1000.

Fig. IV. Entzündete Nervenfaser aus einer der vorderen Wurzeln des Ischiadicus vom Frosche. 8 Tage nach der Durchschneidung. Tinction mit ammoniakalischem Carmin. Intensiv gefärbt sind die Kerne des Perineuriums (p) und der bereits durch Resorption zerstückelte Axencylinder (a). Schwächer tingirt sind die eingedrungenen Wanderzellen, noch schwächer die Schwann'sche und perineuriale Scheide, fast gar nicht die Reste des Myelins (m). Vergr. 1:1350.

Fig. V. Faser aus dem N. ischiadicus des Kaninchens. 3 Wochen nach der Durchschneidung. Starke Tinction mit Carmin-Ammoniak. Die abgebildete Stelle ist drei Linien weit vom Schnittende des Nerven entfernt. p, s, m dasselbe wie in den vor. Figg. — Im Innern der Faser eine grosse Zahl verschiedenartig gestalteter, meist ellipsoidischer, stark tingirter Massen, welchezum Theil homogen sind (blasse Substanz), zum Theil Spuren einer Granulation zeigen (Wanderzellen). Die Kerne der Schwann'schen Scheide lassen sich bei der angewandten Vergrösserung (1:500) nicht mit Sicherheit unter jenen Massen herauserkennen. — Die Ranvier'schen Einschnürungen sind völlig zu Grunde gegangen. —

Die Figg. VI und VII stellen die beiden Mm. sartorii eines Frosches dar, dem auf einer Seite die vorderen Wurzeln des N. ischiadicus durchschnitten worden waren, und der nach Verlauf von 7½ Wochen getödtet wurde. In beiden Zeichnungen liegt die innere, von der Haut abgewendete Fläche des Muskels vor, welche in ihrer ganzen Breite, aber nur etwa im mittleren Sechstel ihrer Länge abgebildet ist. Beide Tafeln sind auf ¾ ihrer Grösse reducirt. Bei der angewandten Vergrösserung (1:90) ist die Querstreifung der Muskelfasern nur spurweise sichtbar und deshalb fortgelassen. Der Nervenstamm tritt schräg von oben her in den medialen Rand des Muskels ein und theilt sich in 3 Hauptäste, von denen 2 wieder in die beiden Aeste 4 und 5 zerfällt.

Die Nervenfasern in Fig. VI, welche den gesunden, rechtsseitigen Sartorius darstellt, zeigen eine vollkommen homogene Myelinscheide, unterbrochen in Abständen von durchschnittlich 1 Mm. durch die Ranvier'schen étranglements. Die isolirt laufenden secundären motorischen Fasern sind mit m, die Endigungen, wo solche sichtbar, mit me bezeichnet; my ist ein Aestchen, welches der Muskel einem seiner Nachbarn zusendet. — s_1 s_2 s_3 s_4 s_5 sind tertiäre Zweige sensibler Fasern; die einzelnen blassen Terminaläste, welche sie abgeben, sind nicht besonders bezeichnet. Die Fasern s_1 und s_3 theilen sich dichotomisch (bei b und c), Aeste derselben (s_4) verlassen den Muskel, um in die Fascie einzutreten. Bei a gehen von einer Ranvier'schen Einschnürung 2 Terminalästchen ab. d ist eine Faser von zweifelhafter Natur. Merkwürdig ist der Verlauf der sensiblen Faser s_2, welche aus dem Stamme 1 hervorgeht, eine beträchtliche Zahl von Terminalästen abgiebt, dann aber (bei h) sich dem Stamme 4 anschliesst, in demselben rückwärts und quer über die Theilungsstelle i hinwegläuft, um sich schliesslich innerhalb des Stammes 5 so mit den übrigen Fasern zu verflechten, dass sie nicht weiter verfolgt werden kann. —

Fig. VII. stellt den Sartorius der linken Seite dar. Die motorischen Nerven sind degenerirt; alle Fasern zeigen sich geschrumpft,

undurchsichtig und von klumpigen Massen und reichlichen Fetttröpfchen erfüllt. Fast nur noch die secundären Aeste (m) sind erhalten, bei me Spuren einer Endigung. — Vergr. 1:90.

s_1 s_2 s_3 s_4 sind die vollkommen gesunden sensiblen Fasern, welche von den Aesten zweier Stammfasern (s_I s_{II}) sich abgezweigt haben. Es sind, wie gewöhnlich, tertiäre Aeste, mit Ausnahme von s_1. Die secundären Fasern laufen innerhalb der gröberen Zweige des Nerven, hier und da von den motorischen Fasern verdeckt, um dann wieder aufzutauchen. Nur eine derselben (s_I) ahmt die tertiären Fasern nach, indem sie (bei s_z) ein unzweifelhaft terminales Aestchen abgiebt und dann (bei b) in die Tiefe taucht. Bei a dichotomische Theilung einer tertiären Faser; bei c 2 terminale Aeste von einer Ranvier'schen Einschnürung abgehend. — Die übrigen Zeichen bedeuten dasselbe wie in Fig. VI. — Vergr. 1:90.

Ueber die verschiedene Widerstandsfähigkeit der Knochen im todten und lebenden Zustande:

von

Dr. Carl Aeby
in Bern.

Die Literatur enthält eine Reihe experimentaler Beweise für die verschiedene Härte und Widerstandsfähigkeit der Knochen bei verschiedenen Temperaturen, ohne für diese Thatsache eine genügende Erklärung aufweisen zu können. Bei der höchst oberflächlichen Kenntniss der chemischen Natur des Knochens konnten Versuche zu einer Erklärung nur aus allgemeinen Sätzen der Experimentalphysik abgeleitet werden; es liegen aber hier chemische Verhältnisse zu Grunde; sind diese einmal festgestellt, so lässt sich das verschiedene Verhalten der Knochen, im todten und lebenden Zustande, aus rein theoretischen Gründen von vornherein erschliessen.

Die ganze Erscheinung ist durch das quantitativ abgeänderte Verhältniss von chemisch gebundenem zu freiem Wasser bedingt; und es lässt sich zunächst der Beweis führen, dass der normale Knochen im todten Zustande ein trockenes Gewebe darstellt, und dass der Grad der Trockenheit resp. der Härtegrad der organischen Grundlage mit den Temperaturverhältnissen sich ändert. Dieser Satz lässt sich aus der chemischen Natur des Knorpels und aus derjenigen des Knochenphosphates in evidenter Weise beweisen.

Die Untersuchung hat gelehrt, dass isolirter Knorpel und der aus dem Knorpel durch Kochen dargestellte Leim grössere Mengen Wasser chemisch binden, dass beide — denn zwischen Knorpel und Leim ergeben sich in dieser Beziehung keine quantitativen Unterschiede — im lufttrockenen Zustand, bei einem mittleren Gehalt von 17 pCt. Wasser, eine spröde harte Masse darstellen, die bei erhöhter Temperatur Wasser abgiebt

und in diesem frei gewordenen Wasser zugleich erweicht. Lufttrockener Knorpel zeigt schon beim Erwärmen auf 40° eine geringere Härte und einen abgeänderten Elasticitätscoefficienten, den er bei der gegebenen Temperatur so lange beibehält, bis die Verdunstung von Wasser die ursprünglichen Verhältnisse wieder herstellt. Lufttrockener Leim, der unter den Schlägen des Hammers mit muscheligem Bruche springt, stellt auf 100° erwärmt eine weiche, nahezu zerfliessliche Masse dar, die nach Abgabe von Wasser, oder was gleichbedeutend ist, nach der Abkühlung auf die gewöhnliche Temperatur, wieder ihre spröde Beschaffenheit annimmt. Wird die im Luftbade getrocknete Masse mit Wasser befeuchtet, so tritt starke Erwärmung ein[1]), und diese Temperaturerhöhung, bei Zusatz von tropfbar flüssigem Wasser, kann nicht anders gedeutet werden, als durch die Annahme einer chemischen Bindung von Wasser, welches die Rolle von Krystallwasser spielt. Das verschiedene Verhalten des Knorpels bei verschiedenen Temperaturen ist somit auf den Austritt und die Aufnahme von Krystallwasser zurückzuführen, und es ist in Hinsicht auf die Zwecke, die wir im Auge haben, die nächste Aufgabe, den Punkt festzustellen, bei welchem, bei gegebener Temperatur, keine weitere chemische Bindung von Wasser, d. h. keine Temperaturerhöhung mehr eintritt. Der Versuch hat nun gelehrt, dass lufttrockener Leim oder lufttrockener Knorpel, mit einem mittlern Gehalt von 17 pCt. Wasser, beim Befeuchten noch kleine Mengen Wasser bindet, während ein Leim mit 19 pCt. Wasser beim Befeuchten nicht mehr auf das Thermometer wirkt und sich durch die ganze Masse schon feucht erweist. Dieses Verhalten des Knorpels ist der Ausgangspunkt, welcher dasjenige des gesammten Knochens erklärt. Die Erfahrung lehrt, dass fein gepulverter compacter frischer Rinderknochen, bei einem mittleren Gehalt von 24 pCt. org. Substanz[2]) und $9\frac{1}{2}$ pCt. Wasser, beim Befeuchten mit Wasser sich merklich erwärmt, und der

1) Centralblatt f. d. med. Wissenschaften, 1871, S. 14.

2) Bei dieser Berechnung ist die Abhandlung: „Ueber die Zusammensetzung des Knochenphosphats“ zu Grunde gelegt. Centralblatt f. d. med. Wissenschaften, 1873.

Luft bei mittlerer Sommertemperatur ausgesetzt nicht nur kein Wasser verliert, sondern bedeutende Mengen desselben aufnimmt, während der menschliche Knochen, bei einem mittlern Gehalt von 28 pCt. organischer Substanz und nahezu 12 pCt. Wasser, sich nahezu indifferent verhält, und es ist somit der Beweis geliefert, dass der Knochen, bei der Abkühlung von 40° auf die gewöhnliche Lufttemperatur, Wasser chemisch bindet, das sich beim Rinderknochen offenbar in ungenügender Menge findet. Es ist diese Thatsache zugleich ein indirecter aber schlagender Beweis, dass das Knochenphosphat, in analoger Weise mit den natürlichen Phosphaten des Mineralreichs, einen bedeutenden Gehalt an Krystallwasser nachweist, der sich in Anbetracht der mittleren Zusammensetzung von 24 pCt. organischer Substanz und $9^1/_2$ pCt. Wasser beim Rinderknochen auf 7—8 pCt. vom Phosphat berechnet, indem das frei in den Knochenkanälen fliessende Wasser nicht über 1—2 pCt. vom Gewichte des compacten Knochens beträgt[2]). Den directen Beweis für diesen Wassergehalt des Phosphates in den berechneten Quantitäten hat die Untersuchung das vollständig calcinirten fossilen Elfenbeins geliefert, so dass über die vom Tricalciumphosphat abweichende Zusammensetzung auch von diesem Gesichtspunkt keinerlei Zweifel bestehen kann.

Das experimentell constatirte verschiedene Verhalten der Knochen im todten und lebenden Zustande ist somit auf die einfache Thatsache zurückzuführen, dass in der organischen Grundlage des Knochens schon bei 40° freies Wasser auftritt, welches bei der Abkühlung auf die Lufttemperatur chemisch gebunden wird, und es ist einleuchtend, in wie enger Beziehung dieses ganze Verhalten zur Elasticität und zum Härtegrad der Knochen stehen muss.

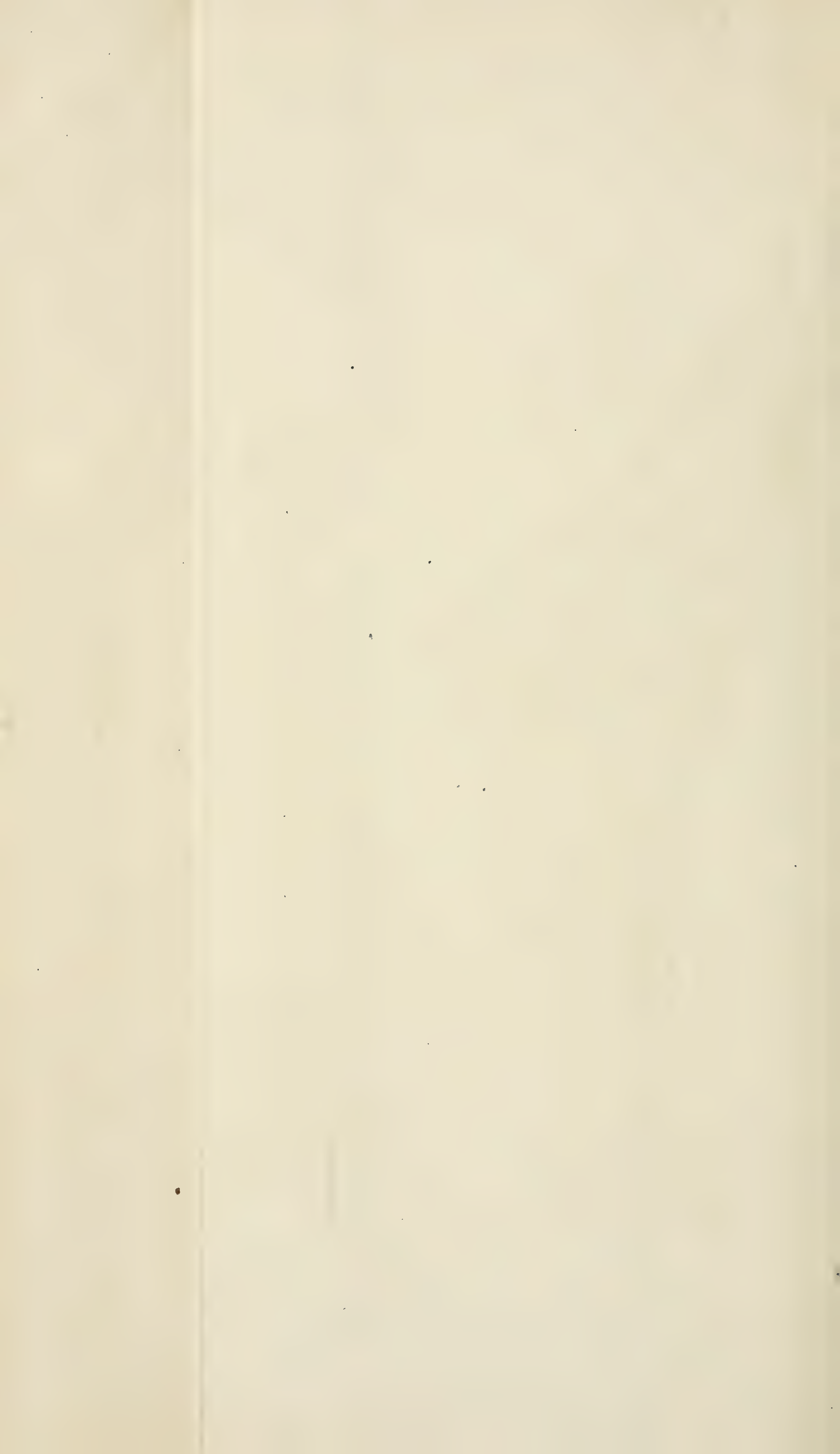
---

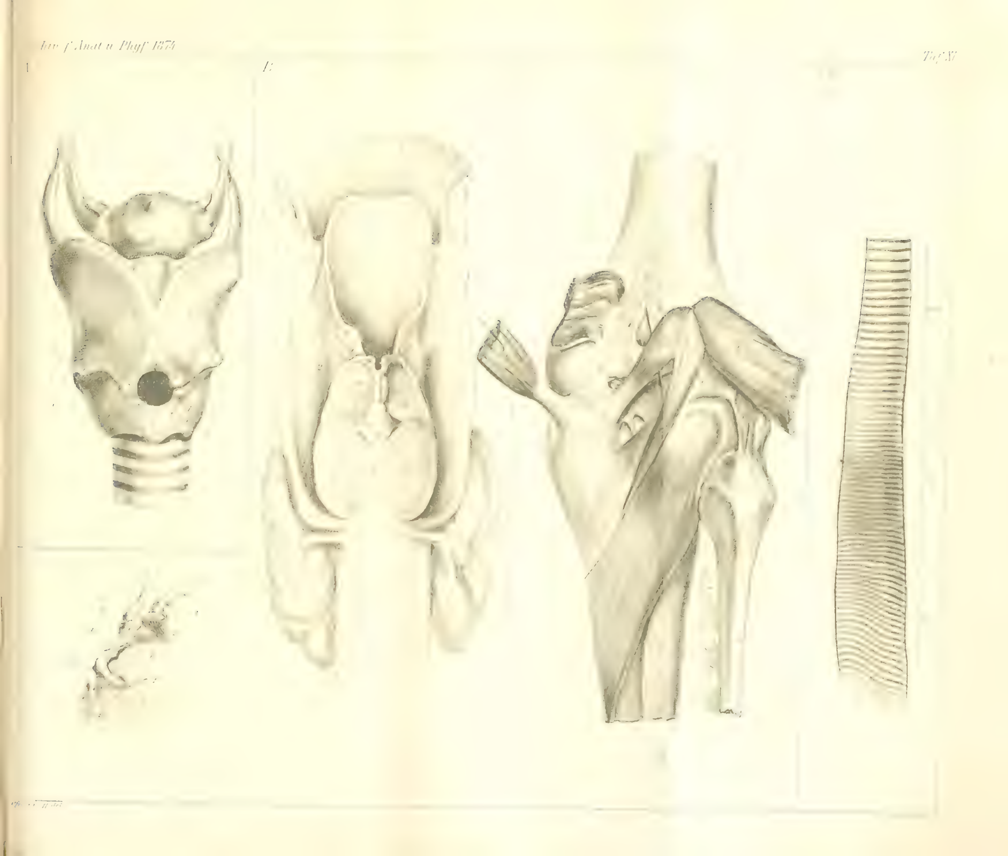
1) Man vergl. „Ueber vergleichende Untersuchungen der Knochen.“ Centralblatt f. d. med. Wissenschaften, 1872.

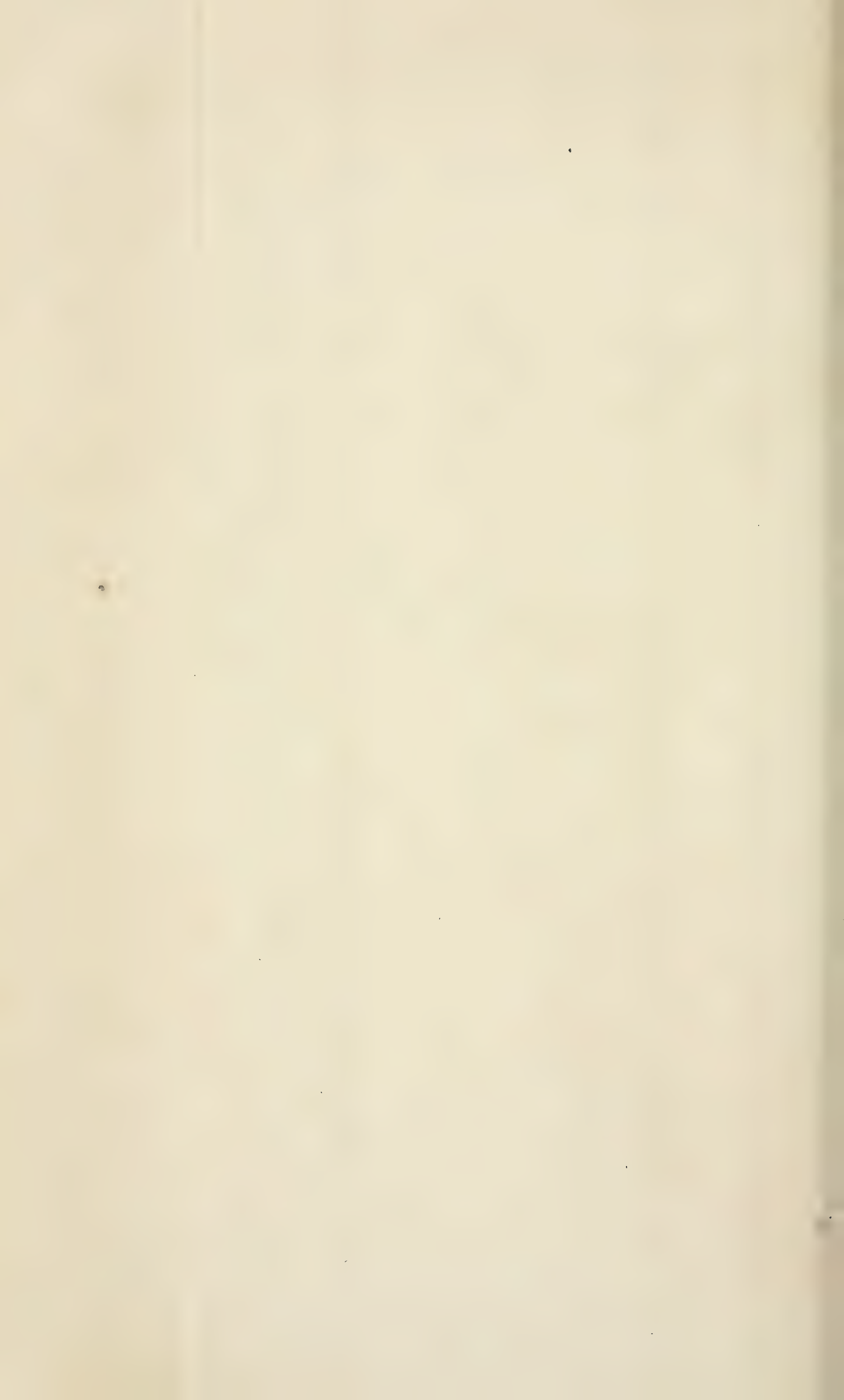
2) Ueber die Zusammensetzung des Knochenphosphates. Centralblatt f. d. med. Wissenschaften, 1873.

Gez. von G. Fritsch

Lith. von Laue.

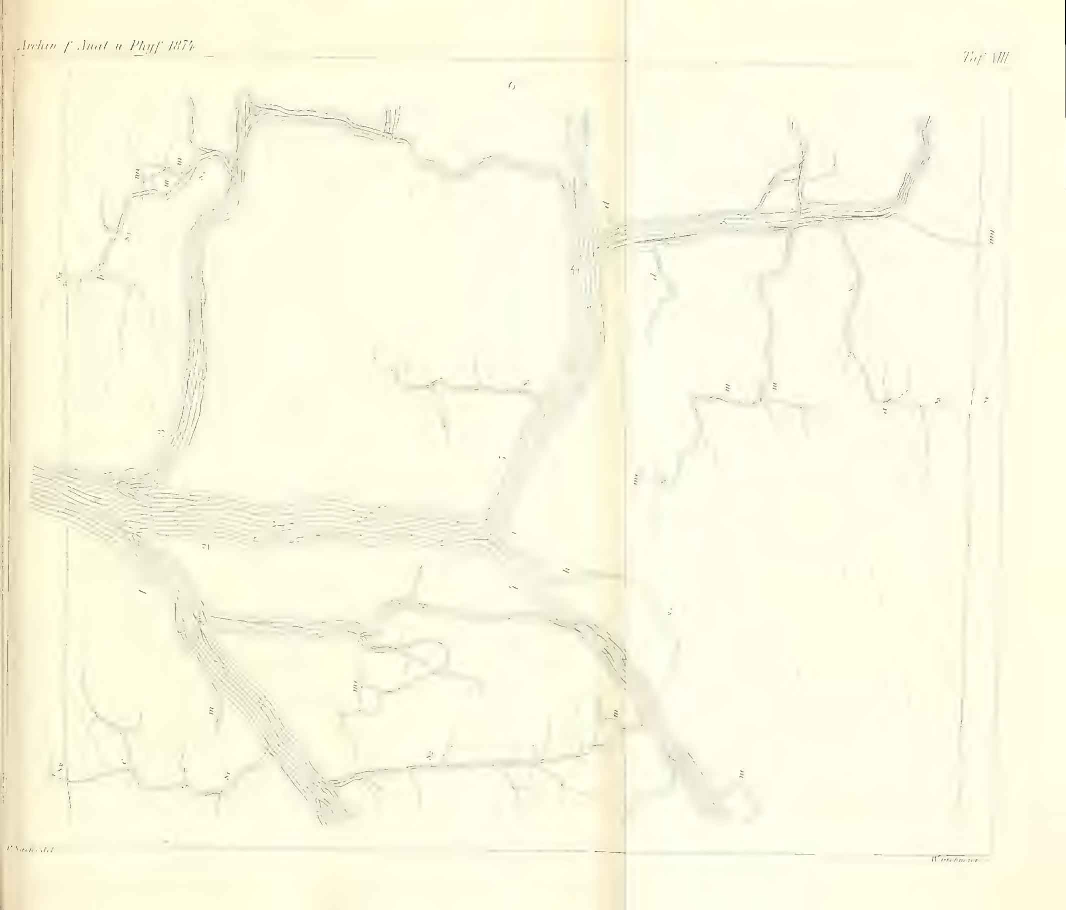







1.
2.
3.
4.
5.
p
m
s
a

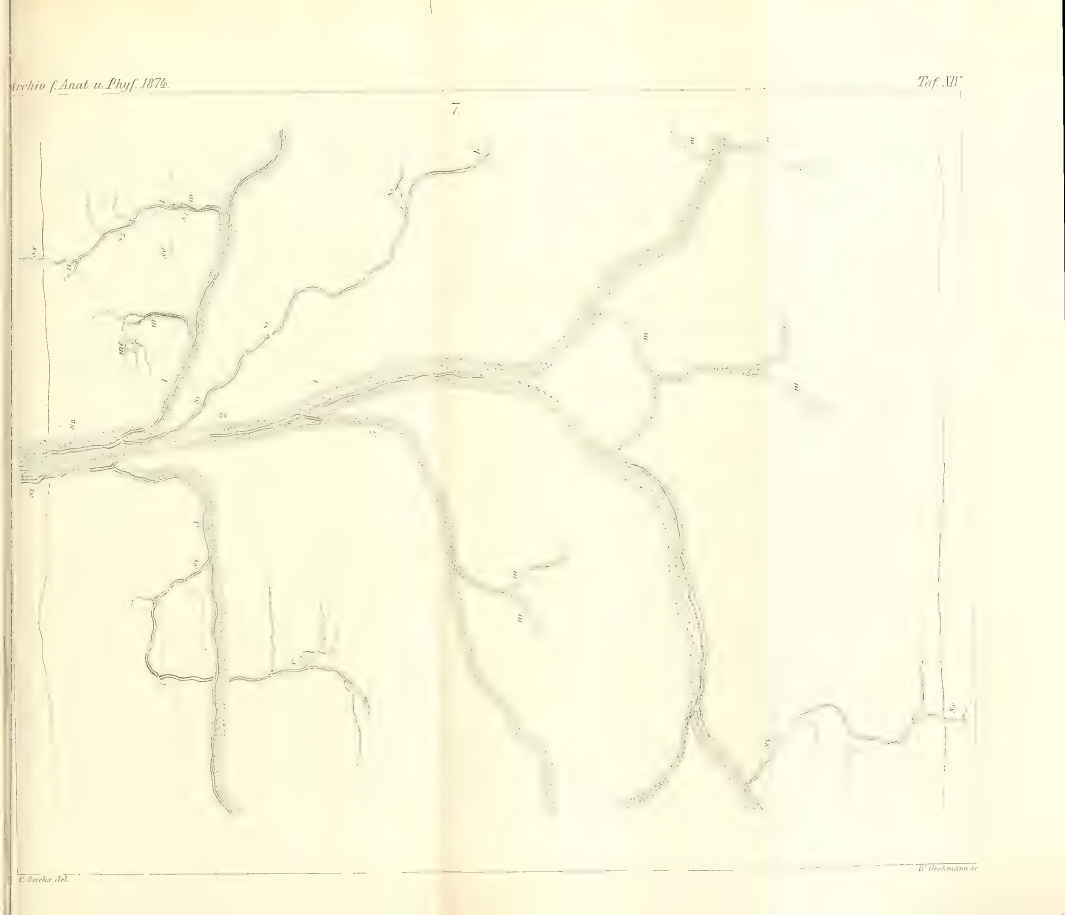




C. Sachs del.

W...




7.
C. Sachs del.
W. Grohmann sc.





Erster Beitrag zur Analyse der Zuckungswelle der quergestreiften Muskelfaser.

Von

PROF. A. E. JENDRÁSSIK
in Budapest.

Einleitung.

Auch abgesehen von jenen unzureichenden Beobachtungen, welche den Deutungen der Muskelcontraction von Seiten einiger älterer Autoren (Baglivi, Haller, Dumas, Ficinus, Rudolphi) zu Grunde lagen, müsste schon die zuerst von W. Bowman[1]) gemachte Beobachtung jener wellenschlagartig vor- und rückschreitenden Schwankungen, die man an noch lebenden Insectenmuskeln unter dem Mikroskope sehen kann, sowie die später von I. M. Schiff[2]) an eben getödteten Wirbelthieren wahrgenommenen Contractionswellen, eine solche Auffassung der Muskelzuckung veranlassen, wonach dieselbe eine Vorgang sei, der von bestimmten Punkten ausgehend, bei seinem Weiterschreiten entlang der Faser, immer neue und neue Schichten ergreift, während vorher ergriffen gewesene wieder ihre Ruhelage zurückgewinnen; dass also jede

1) On the minute structure and movements of voluntary muscle. Philosophical Transactions. For the year 1840.

2) Lehrbuch der Physiologie des Menschen. I. Bd. Lahr 1858.

Muskelzuckung eiu wellenartig fortschreitender Bewegungsvorgang sei, wie er immer auch in seiner Gesammterscheinung mehr oder weniger zusammengesetzt sein mag, je nach der Zahl und Lage seiner Ausgangspunkte, und der Zeitfolge der ihn erweckenden Impulse.

Einen Angriffspunkt zur strengeren Prüfung der Richtigkeit dieser Ansicht bot zunächst die Untersuchung der Geschwindigkeit dar, mit welcher die Contraction von einer Stelle zur anderen in solchen Muskeln vorschreitet, die vorher mit Curare vergifteten Thieren entnommen waren, bei welchen die Annahme berechtigt erschien, dass nachdem durch das Gift die Nerven, wenigstens auf der extramusculären Strecke ihrer Leitungsfähigkeit beraubt waren, bei örtlich beschränkter Reizung des Muskels selbst, die sich danach einstellende Contraction nur durch die Vermittlung des Muskelfaserinhaltes allein fortgepflanzt werde.

Obgleich nun die Frage betreffs der Ausbreitung der Nervenfasern innerhalb des Sarkolemmaschlauches ihren endgültigen Abschluss in der Histologie bisher noch nicht gefunden hat, so ist doch die Berechtigung jener Annahme insofern eine begründete, als sich aus den bisherigen Untersuchungen ergab, dass der zeitliche Verlauf der Muskelcontraction bei directer und indirecter Reizung ein verschiedener ist; wie aber Bezold[1]) zeigte, eine Aenderung dieses Verlaufes bei vergifteten Muskeln nur nach indirectem, nicht aber nach directem Reize sich einstellt; indem nach einem Nervenreiz die Contraction in der ganzen Länge des Muskels an vielen Punkten gleichzeitig eintritt, bei direct auf den Muskel einwirkendem, örtlich beschränktem Reize aber der Ausgangspunkt der Contraction die unmittelbar gereizte Stelle allein ist, und zwar wie Aeby[2]) und auch Bernstein[3]) fanden, übereinstimmend bei

1) A. v. Bezold: Untersuchungen über die elektrische Erregung der Nerven und Muskeln. Leipzig 1861.

2) Ch. Aeby: Untersuchungen über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung in der quergestreiften Muskelfaser. Braunschweig 1862.

3) I. Bernstein: Untersuchungen über den Erregungsvorgang im Nerven- und Muskelsystem. Heidelberg 1871.

vergifteten, wie bei nicht vergifteten Muskeln; dass aber eine solche von einem localen Reize hervorgerufene Contraction auch dann, wenn sie sich über den ganzen Muskel ausbreitet, keine neuromusculäre im Sinne von Schiff, sondern eine durch den Muskelinhalt fortgepflanzte sei, dies zu bezweifeln liegt um so weniger ein Grund vor, als die von Schiff aufgestellte Lehre, wonach directe Reizung nur die örtlich beschränkte, idiomusculäre Contraction erzeuge, die allgemeine, neuromusculäre Contraction aber nur die Folge einer Nervenreizung sein könne, schon von Kühne[1]) als unhaltbar nachgewiesen wurde. Welche Wirkung also auch das Curare auf die letzten Nervenenden ausüben mag, so ist doch ein Mittel in ihm geboten, welches die Ausschaltung des Muskels aus dem Bereich des Nerveneinflusses sichert, so dass der Muskel bei directer örtlich beschränkter Reizung, ebenso der alleinige Leiter für seine Contraction ist, wie der Nerv für seine Erregung.

Hierdurch war die Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Contractionswelle ermöglicht.

Diese Bestimmung wurde bisher nach Methoden in Angriff genommen, die so verschieden sie sich auch der Versuchsanordnung nach gestalteten, sich doch alle auf jene Methoden basiren, welche für die Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nervenerregung bahnbrechend Helmholtz angewandt hat; denn alle suchen diese Geschwindigkeit aus der Differenz zu bestimmen, welche sich in der Zeit zwischen dem Reizungsmoment und dem Beginn der Contraction auf einer bestimmten Muskelstrecke entweder bei zwei Zuckungen zeigt, bei deren einer der Ort der Reizung derjenigen Stelle, welche ihre Contraction, sei es durch ihre Längeverkürzung (Bezold, Engelmann) oder durch ihr Dickerwerden (Aeby, Bernstein) anzeigt, näher liegt, bei deren anderer aber davon entfernter ist, oder aber bei einer einzigen Zuckung, aus der Zeitdifferenz, um welche nach erfolgter Reizung jener Contractionsvorgang — als Dickenzunahme — an der dem

1) W. Kühne: Myologische Untersuchungen 1860.

Reizorte näheren Stelle sich früher einstellt als an der davon entfernteren (Aeby).

Aeby[1]) hatte am horizontal ausgespannten M. adductor magn. des Frosches, dessen eines Ende eingeklemmt, das andere aber frei beweglich und entsprechend belastet war, an zwei in der Entfernung von 12 Mm. befindlichen Stellen, unterhalb welcher der Muskel mittels zwei Elfenbeinblättchen unterstützt war, zwei Fühlhebel angebracht, und liess durch diese auf dem, um seine verticale Axe rotirenden Cylinder des Myographions die Momente aufzeichnen, in welchen nach erfolgter Reizung des beweglichen Muskelendes mittels eines Schliessungsinductionsschlages, die Dickenzunahme an den von den Fühlhebeln berührten Stellen bei der Muskelzuckung begann. Die Entfernung der Anfänge der beiden Dickencurven von dem Punkte der Abscissenaxe, welcher dem Reizungsmomente entsprach, ergab, nach Abzug der Entfernung der Zeichenspitzen von einander, die Zeit, in welcher die Contraction von dem einen Hebel zum anderen fortgeschritten war.

Bezold[2]) hatte bei zwei nach einander folgenden Zuckungen die Zeit der latenten Reizung am M. sartorius des Frosches in der Weise bestimmt, dass bei der einen Zuckung der an seinem oberen Abschnitte zwischen den Elektroden fixirte und durch einen Oeffnungsinductionsschlag gereizte Muskel mittels des unter den Elektroden frei herabhängenden Abschnittes den Zeichenhebel des Myographions nach der Reizung unmittelbar hob; während bei der zweiten Zuckung der Muskel bis zu einer um 6—6·5 Mm. tiefer unter der unteren Elektrode befindlichen Stelle so befestigt war, dass der zwischen den beiden eingeklemmten Stellen befindliche Abschnitt nur die Rolle des Leiters für die Erregung versah, die Hebung des Zeichenhebels aber erst dann erfolgen konnte, wenn sich die Erregung bis zum unteren freigelassenen Abschnitte fortgepflanzt und in diesem die Contraction eingeleitet hatte. Die Zeit für die Fortpflanzung der Erregung entlang der einge-

1) A. a. O.
2) A. a. O.

klemmten Muskelstrecke ergab sich also, mit Berücksichtigung der Länge jener Strecke, durch Subtraction der beiden bei zwei Zuckungen für die latente Reizperiode gefundenen Werthe.

Aehnlich dieser waren auch die sowohl von Bezold als auch von Engelmann[1]) zur Entscheidung der Frage angewandten Methoden, inwiefern bei Schliessung oder Oeffnung von constanten Strömen die Erregung von einem und von welchem der Pole ihren Ausgang nimmt. Indem auch hier der obere festgeklemmte Muskelabschnitt nur als Erregungsleiter diente, und der Zeichenhebel sich erst bei der Contraction des unteren beweglichen Abschnittes erhob, konnte sowohl wenn der Muskel in seiner ganzen Länge, als auch wenn er nur in seinem oberen festgeklemmten Abschnitte in auf- und absteigender Richtung nach einander vom Strom durchflossen war, nicht nur jene Frage gelöst werden, sondern sobald die Erregung nur von dem einem der Pole ihren Ausgang nahm, auch die Fortpflanzungsgeschwindigkeit derselben bestimmt werden.

Alle diese Untersuchungen ergaben für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Contractionswelle sehr nahe übereinstimmende Werthe; denn Aeby fand bei kräftigen Muskeln durchschnittlich einen Meter in der Secunde, Bezold 1·21 Meter, Engelmann 1·17 Meter.

Als nun aber später Bernstein[2]) die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der von ihm als Reizwelle bezeichneten negativen Schwankung des Muskelstromes einer eingehenden Untersuchung unterzog, fand er jene schwankend zwischen 3·663—2·202, im Mittel gleich 2·927 Meter in der Secunde.

Da dieser für die Geschwindigkeit der Reizwelle von Bernstein gefundene Werth fast dreimal grösser ist als der von den vorangehenden Beobachtern für die Geschwindigkeit der Contractionswelle gefundene, so würde folgen, dass die sich um die Zeit der latenten Reizung — (0·01—0·02 Secunden Helmholtz) — nach der Reizwelle einstellende Contractionswelle nicht nur jener erst nachfolgt, sondern hinter derselben

1) Jenaische Zeitschrift Bd. IV. Heft 2.
2) A. a. O.

auch noch mehr und mehr zurückbleibt. Weil nun aber die auf die Contractionswelle bezüglichen Versuche keinen Aufschluss darüber gaben, dass diese mit abnehmender Geschwindigkeit vorschreite, und andererseits die Verschiedenheit der für die Reiz- und Contractionswelle gefundenen Geschwindigkeit möglicherweise auch in den verschiedenen Versuchsbedingungen ihren Grund haben konnte, so fand sich Bernstein veranlasst über die Geschwindigkeit der Contractionswelle von Neuem Versuche anzustellen.

Bei diesen Versuchen lag das aus den beiden Adductoren vom Oberschenkel des Frosches bestehende Muskelpräparat im feuchten Raume auf einer Glastafel; quer auf den Muskel war ein Drahtbügel gesetzt, dessen unteres Ende eine leichte Rolle trug, über welche ein von einem Wirbel ausgehender Faden geleitet war, der am beweglichen Ende mit einem kleinen Gewichte versehen, in Verbindung stand mit dem Schreibhebel. Als solcher diente ein dünner elasticher Eisendraht, der an seinem 18 Mm. vom Angriffspunkte des Fadens entfernten Ende in einem Korkstück eingekittet war, am freien 8·5 Cm. von jenem fixirten Ende entfernten Schreibende aber die durch ein Tröpfchen Kitt befestigte Spitze einer feinen Nähnadel trug, welche auf dem rotirenden Cylinder die Curven der Dickenveränderung des Muskels an der Stelle des aufliegenden Bügels aufzeichnete. Der Muskel lag mit seiner nahe dem oberen Knochenende befindlichen Stelle, über welche der Bügel gelagert war, zwei auf die Glasplatte aufgekitteten, 3 Mm. von einander entfernten Elektroden auf, so dass er durch den Oeffnungsinductionschlag einmal direct an der zeichnenden Stelle gereizt werden konnte, das anderemal aber von den zwei andern Elektroden aus, die nahe dem unteren Knochenende um den Muskel gewickelt waren. Die Entfernung der betreffenden Stellen auf dem Muskel wurde nach beendigtem Versuche — bei einer Belastung des Muskels mit 30 Grm. — vorgenommen, wobei die Stelle des Bügels durch eine durch den Muskel gesenkte Nadel bezeichnet war. Die Entfernung der beiden Curven von einander wurde an den Wendepunkten ihrer aufsteigenden Abschnitte gemessen; da jedoch die Con-

tractionswelle bei ihrem Vorschreiten eine Abnahme ihrer Höhe zeigte, war es nöthig, damit die Höhe der Curven beidemale gleich bleibe, die vom Bügel entfernteren Stellen einer stärkeren Reizung auszusetzen, als die direct zeichnende Stelle des Muskels; falls aber dennoch die Höhen beider Curven kleine noch messbare Unterschiede zeigten, wurde bei der Berechnung eine Correction angebracht, indem annähernd berechnet wurde, wie gross die Entfernung der Curven von einander sein würde, wenn die Höhen beider Curven gleich wären.

Die nach dieser Methode von Bernstein für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Contractionswelle gefundenen Werthe schwankten zwischen 3·226 und 4·385 Meter in der Secunde, waren also im Mittel 3·9 Meter.

Wenn nun auch dieser Werth der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Contractionswelle von dem Werthe von 2·9 M. für die Geschwindigkeit der Reizwelle weniger differirt, als von letzterem Werthe der von den früheren Beobachtern für die Geschwindigkeit der Contractionswelle gefundene Mittelwerth von 1 M.; so ist doch jenes Resultat deshalb nicht befriedigend, weil es darauf hinzuweisen scheint, dass die Contractionswelle bei ihrer grösseren Fortpflanzungsgeschwindigkeit die Reizwelle überhole, was aber noch unwahrscheinlicher als das aus der älteren Annahme folgende umgekehrte Verhältniss erscheint. Da jedoch nach Bernstein die Werthe für die Geschwindigkeit der Reizwelle den Werth von 3 M. häufig übersteigen und umgekehrt die Werthe für die Geschwindigkeit der Contractionswelle häufig von 4 bis nahe auf 3 M. herabsinken, so hält Bernstein die Ansicht für berechtigt, dass die Geschwindigkeit der Reizwelle und der Contractionswelle von Froschmuskeln für jeden einzelnen Fall identisch sei, und nimmt dieselbe zu 3—4 M. in d. Sec. an.

Soweit reichen die Ergebnisse der bisher auf die Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Contractionswelle gerichtet gewesenen Untersuchungen. Und wenn gleich die von Bernstein für diese Geschwindigkeit gefundenen Werthe mit den von ihm für die Geschwindigkeit der Reizwelle abgeleiteten Werthen besser harmoniren, als mit letzteren die

älteren Annahmen betreffend die Geschwindigkeit der Contractionswelle, so gewinnen diese wieder dadurch an Bedeutung, dass dieselben von verschiedenen Beobachtern nach verschiedenen Versuchsanordnungen abgeleitet, doch unter sich noch mehr übereinstimmen.

Die auffällige Differenz zwischen diesen beiderseitigen Untersuchungsresultaten berechtigt darum um so mehr zu neuen Untersuchungen, wo möglich auch auf Grund neuer Methoden, als alle die weiteren Folgerungen, die man theils aus jenen Annahmen, theils aus weiter nach denselben Methoden fortgesetzten Untersuchungen, betreffs der, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Contractionswelle und in weiterer Folge die Gesammtleistung des Muskels unter verschiedenen Verhältnissen beeinflussenden Momente gemacht hat, so lange selbst auf schwankender Grundlage beruhen, bis nicht entschieden ist, inwieweit jene Differenzen nicht auf Versuchsfehlern oder auf Verschiedenheiten der Verhältnisse beruhen, unter welchen der Muskel bei der angewandten Methode stand.

Mit der Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit war aber erst die eine Seite der Contractionswelle in Angriff genommen. Um diese letztere ganz zu erkennen, war noch nöthig, auch die Dauer derselben d. h. die Zeit zu bestimmen, während welcher je ein elementarer Querschnitt des Muskels von der molecularen Veränderung des Contractionsvorganges ergriffen gehalten wird, während über ihn die Welle in ihrer ganzen Länge hinwegschreitet.

Diese, der Schwingungsdauer entsprechende Dauer der Contractionswelle wurde bisher erst von Bernstein[1]) einer Unteruchung unterzogen.

Das Mittel dazu gewährte ihm unmittelbar die Dickencurve, welche Aeby bei seinen Untersuchungen nur in ihrem Anfangsabschnitten aufzeichnen liess, während sie bei Bernstein sich in ihrer ganzen Länge abzeichnete. Falls man von der geringen Breite die der über den Muskel gelegte

1) A. a. O.

Bügel hatte, also davon absieht, dass die vom Bügel gezeichnete Curve nicht streng einem elementaren Muskelquerschnitte, sondern einer gewissen Anzahl solcher entsprach, so konnte der dieser Dickencurvenlänge entsprechende Zeitwerth als die gesuchte Dauer der Contractionswelle angesehen werden.

Bernstein fand für dieselbe Werthe zwischen 0·0533″ und 0·0984″, woraus sich dann mit Berücksichtigung der von Bernstein gefundenen Werthe für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Contractionswelle, für diese eine Wellenlänge zwischen 198·5 Mm. und 380·0 Mm. ergiebt. Letztere Werthe müssen jedoch schon darum für so lange als zweifelhafte angesehen werden, als die Zweifelhaftigkeit der in denselben als der eine Factor enthaltenen Werthe für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit nicht vollständig behoben ist.

Eine Untersuchung über die Schwingungsweite der Muskelelemente in der Contractionswelle endlich ist bisher noch gar nicht vorgenommen worden.

So wenig aber auch unsere Kenntnisse über den Contractionsvorgang im Muskel heute schon abgeschlossen sind, so viel steht wohl doch bereits ausser jedem Zweifel, dass derselbe seiner Form und allen seinen wesentlichen Charakteren nach eine Bewegung wellenförmiger Natur sei. Aber eben darum können auch alle Leistungen, zu welchen der Muskel vermöge seiner Formveränderung während der Contraction befähigt ist, nur aus der Analyse der jene bedingenden Contractionswelle folgerichtig abgeleitet werden; ebendarum ist aber auch zur Begründung einer Mechanik der Muskelleistung vor Allem nothwendig, die Contractionswelle selbst in ihrer physikalischen und physiologischen Abhängigkeit einer gründlichen Prüfung zu unterziehen.

In dem folgenden Versuch einer Analyse stelle ich mir die Aufgabe, dieselbe als das Resultat einer im Muskel ablaufenden, einfachen Contractionswelle, aus der letzteren abzuleiten und als solche nachzuweisen; sodann mittels der auf dieser Grundlage abgeleiteten Methode die Bestimmung der Factoren der Contractionswelle, letztere hinsichtlich ihrer phy-

sikalischen Beziehungen eingehend zu prüfen; die Untersuchung ihrer Unabhängigkeit von physikalischen Momenten aber mir für einen späteren Beitrag vorbehaltend.

I. Abschnitt.

Theoretische Untersuchung der Zuckungscurve.

§ 1.

Mathematische Ableitung der Zuckungscurve.

Wenn auch der Verlauf der Muskelzuckung bereits wiederholt eingehenden Untersuchungen namentlich auch in der Absicht unterzogen war, die Gesetze ihres Verlaufs zu bestimmen, um auf Grundlage derselben die Natur dieses Vorganges zu erkennen, so liegt doch noch immer, so weit mir bekannt, kein Versuch vor, die Zuckungscurve auf Grundlage der Wellentheorie mathematisch abzuleiten. Ja selbst bei der wieder so lebhaft gewordenen Discussion über die Art der bei der Zuckung wirkenden Kräfte, scheint der Umstand ganz unberücksichtigt gelassen zu werden, dass doch bereits zuverlässige Beweise genug dafür vorliegen, dass die Muskelcontraction eine wellenartig verlaufende Bewegungsform sei, und daher auch nur die Wellengesetze uns das Wesen dieses Vorganges erschliessen können. Indem ich die Besprechung der Versuche, welche man gemacht hat, die Zuckungscurve in ihrem Zustandekommen und in den unter verschiedenen Einflüssen an ihr sich zeigenden Modificationen zu deuten, auf einen späteren Abschnitt verschiebe, gehe ich jetzt zur Untersuchung der Zuckungscurve auf der angedeuteten Grundlage der Wellentheorie über.

Bekanntlich schreibt ein parallelfaseriger Muskel z. B. der M. sartorius oder M. adductor magnus des Frosches, der einem mit Curare vorher vergifteten Thiere entnommen ist, wenn derselbe an dem oberen befestigten Ende durch einen einfachen Inductionsschlag gereizt wird, während sein unteres Ende bei entsprechender Belastung in Verbindung mit dem Zeichenhebel eines Trommel- oder Fall-Myographons steht, bei der einfachen Zuckung eine Curvenlinie auf der bewegten

Zeichenfläche auf, welche, so verschieden sie auch je nach den sonstigen Umständen in ihrer Höhe und Ausdehnung sein mag, doch immer eine Form von gleichem Character besitzt, indem sie stets zuerst concav nach oben beginnt, dann aber durch einen Wendepunkt hindurch nach unten gegen die Abscissenaxe zu concav werdend, ihren Höhepunkt erreicht, von dem sie wieder zuerst mit einer concaven Biegung nach unten, und abermals über einen Wendepunkt hinweg mit nach aufwärts gekehrter Concavität zur Abscissenaxe herabsinkt.

Die beiden Hälften dieser Curve sind wohl nie congruent, sondern stets ist die absteigende Hälfte derselben je nach Umständen um mehr oder weniger kürzer als die aufsteigende; auch setzt sich dieselbe, nachdem sie schon die Abscissenlinie erreicht hat, mit wellenförmigen Schlängelungen noch eine Strecke weiter fort; dass letztere nur durch elastische Nachschwingungen theils des Zeichenhebels, wenn dieser auf eine Hemmung auffällt, theils des gespannten Muskels selbst, wenn keine Hemmung angebracht ist, bedingt sei, liegt wohl ausser allem Zweifel.

Aber auch die Incongruenz der beiden Curvenhälften ist nicht durch den Zuckungsvorgang selbst bedingt, etwa durch eine rascher als die Zunahme ablaufende Abnahme der Energie des Muskels, sondern dadurch, dass, sobald der Höhepunkt erreicht ist und die am Muskel hängende Last herabzusinken beginnt, nun nicht mehr jene im zuckenden Muskel gelegenen Momente allein von Wirkung sind, welche denselben zu seiner ursprünglichen Länge zurückführen, sondern ausserdem auch noch die, wenn auch nicht frei, so doch immerhin mit beschleunigter Geschwindigkeit von der erreichten Höhe herabsinkende Last mitwirkt. Dass die Ursache der Incongruenz wirklich in diesem Umstande gelegen sei, geht schon daraus hervor, dass wie ich hier nur vorläufig bemerken will, dieselbe um so grösser, resp. die absteigende Curvenhälfte gegenüber der aufsteigenden umsomehr verkürzt ist, je grösser die Hubhöhe bei je grösserer Belastung war.

Es kann daher nicht als unbegründet erscheinen, wenn ich der folgenden Ableitung eine Zuckungscurve zu Grunde

lege, die, so weit sie von dem Contractionsvorgang im Muskel allein abhängt, in ihren beiden Hälften vollkommen congruent ist, so dass der absteigende Theil derselben gleich dem aufsteigenden ist.

Wenn nun die Zuckungscurve der Ausdruck jener Längenveränderungen ist, die der Muskel erleidet, während eine einzige Contractionswelle von einem Ende zum andern über ihn hinwegschreitet: so muss diese Curve eine Function sein der Fortpflanzungsgeschwindigkeit, der Schwingungsdauer der Muskelelemente — also der Wellenlänge, sowie auch der Schwingungsweite jener Elemente; und wäre diese Function durch eine mathematische Formel definirbar, so müsste letztere auch die Länge, welche der Muskel zu irgend einem Zeitpunkte seiner Zuckung besitzt, demnach auch seine jedesmalige Hubhöhe als die Resultirende der Contractionen ausdrücken, welche sämmtliche elementare Muskelquerschnitte, über welche in jenem Augenblicke die Zuckungswelle ganz oder mit irgend einem ihrer Abschnitte ausgebreitet ist, in verschiedenem Maasse, entsprechend eben ihrer augenblicklichen Lage in der Welle, erleiden. Und umgekehrt würde eine solche Formel erlauben, aus den Höhen, welche die Zuckungscurve in ihrem Verlaufe, bestimmten Zeitpunkten entsprechend, besitzt, auch jene unabhängigen Variabeln der Functionen, wie die Fortpflanzungsgeschwindigkeit, die Schwingungsdauer und die Schwingungsweite der Elemente, sowie endlich die Wellenlänge zu bestimmen.

Nun wäre die Definition der Form der Zuckungscurve auf Grund von Coordinatenbestimmungen wohl möglich, kaum wäre aber daraus die Ableitung einer Formel zu erhoffen, welche die Function jener Variabeln ausdrücken würde.

Ich bin darum auch bei dem Versuch zu einer solchen Formel zu gelangen, nicht von der Analyse der Zuckungscurve ausgegangen, sondern ich suchte dieselbe aus der Schwingung des Muskelelementes im Wege der Synthese zu construiren.

Das Gesetz dieser Schwingung ist uns aber bis jetzt noch gänzlich unbekannt, und die Wahl zu treffen unter den

unzähligen möglichen Bewegungsweisen des Muskelelements scheint umsomehr gewagt, als uns aus dem Bereiche der organischen Vorgänge bisher auch nichts vorliegt, was durch Analogie einen Anschluss bei dieser Wahl gewähren könnte.

Wir sind daher genöthigt, zu einer allgemeineren Betrachtung über die Verhältnisse zurückzugreifen, unter welchen sich die Muskelelemente im Zustande der Ruhe und Bewegung befinden.

Im Ruhezustande des Muskels wird jedes seiner Elemente von Kräften in der Gleichgewichtslage erhalten, welche dasselbe, wenn es davon durch andere Kräfte, welche zur Zeit der Erregung auf dasselbe einwirken, entfernt war, wieder in dieselbe zurückführen. Betreffs der bei der Erregung wirksamen Kräfte, ist wohl die einfachste Annahme die, dass sie momentan einwirkend, das Element aus seiner Gleichgewichtslage plötzlich herausschleudern; betreffs der nach der Gleichgewichtslage gerichteten Kräfte aber können wir die allgemein physikalische Voraussetzung für elastische Körper gebrauchen, dass dieselben in jedem Augenblicke dem Abstande des Elements von der Gleichgewichtslage einfach proportional sind.

Bekanntlich leitet auf Grund solcher Voraussetzungen die analytische Mechanik das Gesetz eines schwingenden Punktes ab, und drückt das Verhältniss zwischen der Entfernung des Punktes von seiner Gleichgewichtslage und der Zeit, welche bis dahin vom Anfange einer Schwingung verflossen ist, aus in der Gleichung:

$$y = a \sin 2 \pi \frac{t}{T} \quad \ldots\ldots\ 1)$$

wo y den augenblicklichen Abstand des Punktes von der Gleichgewichtslage, a seine Bestimmungweite, T die zu einer ganzen Schwingung benöthigte Zeit, t endlich die Zeit bedeutet, welche verflossen ist, seit der Punkt seine Gleichgewichtslage am Anfang einer Schwingung verlassen hat. Hierbei wird eine ganze Schwingung als bestehend betrachtet aus dem Austreten des Punktes einmal nach der einen Seite der Gleichgewichtslage und der Rückkehr dahin und dann aus einem eben-

solchen Hin- und Hergang derselben auf der andern Seite der Gleichgewichtslage.

Auf Grund der gleichen Voraussetzungen, die wir mit Bezug auf die Muskelelemente gemacht haben, wollen wir obige Gleichung auch für die Schwingung dieser letzteren versuchsweise gelten lassen.

Inwiefern die Muskelelemente bei der Contraction einfache lineare Schwingungen ausführen, nach der Länge oder Querrichtung der Faser, oder etwaige Drehungen um einen Mittelpunkt herum, dies zu beurtheilen, besitzen wir wohl keine Anhaltsgründe; indem sich aber das Resultat dieser Schwingung als Längenverkürzung des Muskels äussert, können wir jedenfalls diesen, wie auch immer gearteten Schwingungen einfache lineare Schwingungen nach der Längenrichtung des Muskels substituiren, vermöge welcher die elementaren Querscheiben desselben sich zeitweise nähern und wieder von einander entfernen.[1]) Noch drängt sich aber auch eine zweite Frage auf; ob wir nämlich auch für die Schwingung der Muskelelemente einen Hin- und Hergang auf beiden Seiten der Gleichgewichtslage annehmen sollen, oder bloss eine einmalige Entfernung nach der einen Richtung von der Gleichgewichtslage und wieder zu dieser zurück. Ich würde letzteres schon als einfacheres für wahrscheinlicher halten. In Anbetracht aber, dass durch das Ausweichen der Mnskelelemente aus ihrer Gleichgewichtslage zum zweitenmal überhaupt entweder nur eine abermalige Näherung oder aber entgegengesetzt eine Entfernung derselben von einander nach der Längenrichtung des Muskels, bedingt sein könnte; im ersten Falle nun die Näherung nichts anderes als eine Wiederholung der Wirkung der jenseitigen Schwingung zur Folge hätte, so

---

1) Die Annahme einer Näherung der Muskelquerscheiben an einander bei der Contraction ist wohl durch die Thatsache gerechtfertigt, dass sich bei diesem Vorgang die Querstreifen sichtbar einander nähern, um sich sodann wieder von einander zu entfernen. Wie dieser Vorgang mit der anderen Thatsache, dass das Volumen des Muskels bei der Contraction doch keine Veränderung erleidet, vereinbar sei, soll noch in der Folge näher besprochen werden.

dass nach Ablauf der ersten Zuckungswelle sogleich eine zweite sich wiederholen müsste, eine solche Wiederholung aber nach einmaliger momentaner Reizung thatsächlich nicht zur Beobachtung kommt, hier speciell aber auch nur von der Analyse der einfachen Zuckungswelle die Rede ist; und im anderen Falle, wenn bei der zweiten Hälfte der Schwingung die Muskelelemente sich von einander entfernen sollten, dies nach Analogie der Schallwellen der Luft einer der vorangehenden Verdichtungs-, dort Verkürzungsperiode nachfolgenden Verdünnungs- dort Verlängerungsperiode entsprechen würde, bei welcher der Muskel zuerst sich über seine ursprüngliche Länge hinaus verlängern müsste, um diese am Schluss zum zweiten Mal zu erreichen, nachdem er schon einmal nach Beendigung der ersten Hälfte der Schwingung zu ihr zurückgekehrt war; eine solche Verlängerung des Muskels über sein ursprüngliches Maass hinaus aber ebenso wenig stattfindet; so halte ich die Annahme wohl für hinreichend begründet, dass die Schwingung der Muskelelemente aus ihrer Gleichgewichtslage heraus und wieder zurück nur eine einseitige und keine doppelte sei.[1])

Dieser Annahme entsprechend aber muss für unseren speciellen Fall die Gleichung unter 1) abgeändert werden in:

$$S = a \sin \pi \frac{t}{T} \quad \ldots\ldots 2).$$

1) Diese Annahme kann auch an dem Umstande keinen Anstoss finden, dass das von seiner Grenzstellung zurückschwingende Muskelelement seine Gleichgewichtslage mit grösster Geschwindigkeit erreicht; denn es kehrt mit derselben dahin zurück beim Rückschwung von der ersten Grenzstellung her so gut wie es müsste bei dem Rückschwung von der anderen Seite; und kann es in der Gleichgewichtslage nicht zur Ruhe gelangen, wenn es jene zum erstenmal erreicht hat, warum soll es das können, wenn es in dieselbe zum zweitenmal eintritt, und warum nicht erst beim dritten oder noch späteren Eintritt. Die Frage also, was das Endresultat der lebendigen Kraft des in die Gleichgewichtslage zurückgekehrten Elementes sei, bleibt für alle Fälle aufrecht bestehen, und ohne dass dieselbe, hier schon weiter erörtert werden müsste, kann wohl auch obige Annahme aufrecht erhalten werden.

So wie nun die dieser Gleichung entsprechende Sinuscurve die geometrische Darstellung der Schwingung eines einzigen Punktes ist und die Lageveränderungen desselben im Verlaufe der Schwingung für die Schwingungsamplitude a darstellt, wenn der Bogen $a\pi$ gleich der Schwingungszeit genommen wird; ebenso stellt dieselbe Sinuscurve auch für eine Punktreihe die Stellungen dar, welche gleichzeitig jeder der auf einander folgenden, senkrecht auf die Richtung der Punktreihe schwingenden Punkte inne hat, bei einer Schwingungsweite gleich a, und wenn die Länge der Punktstriche wieder gleich $a\pi$ genommen wird; da ja dann diese Länge $a\pi$ auch jene Strecke bedeutet, bis auf welche die schwingende Bewegung innerhalb der Schwingungsperiode $a\pi$ sich fortgepflanzt hat. Indem aber diese Curve auch überhaupt für jeden einzelnen Punkt der Reihe, möge derselbe seine geradlinige Schwingung nach welcher Richtung immer hin, aso auch in der Richtung der Punktreihe machen, die Strecke andeutet, um welche derselbe von seiner Gleichgewichtslage gleichzeitig mit den andern Punkten entfernt ist; so ermöglicht die Curve auch die Summe sämmtlicher Wegstrecken zu bestimmen, welche die auf einer der Wellenlänge $a\pi$ gleich langen Reihe befindlichen Punkte, innerhalb dieser Wellenlänge von ihren Gleichgewichtslagen aus zurückgelegt haben. Und somit gestattet sie auch die Bestimmung der Distanz, um welche die an einem ihrer Enden als fixirt gedachte Punktreihe, mit ihrem anderen frei beweglichen Ende von dem Punkte, welchen letzteres Ende im Ruhezustande der ganzen Punktreihe inne hatte, abgewichen ist, nachdem die Welle sich vollständig entwickelt hatte, denn es braucht ja nur der zwischen der Sinuscurve und ihrer Abcissenlinie eingeschlossene Flächenraum bestimmt und dann senkrecht auf seine Grundlinie in Streifen von der Breite der Entfernung zwischen den Gleichgewichtsorten je zweier benachbarter Punkte zerlegt zu werden, so werden die an einander gefügten Streifen auch die gesuchte Länge ergeben. Dasselbe kann aber auch erreicht werden, wenn statt jenes Flächenraumes eine gleich grosse Quadratfläche genommen

und diese parallel der einen Seite in Streifen von der eben erwähnten Breite zerlegt wird.

Die Fläche einer solchen Sinuscurve lässt sich bekanntlich bestimmen aus der Gleichung:

$$y = a \sin x$$

durch die Quadratur der eingeschlossenen Fläche, nach:

$$z = \int y\, d\, x = \int a \sin x\, d\, x$$

$$z = - a \cos x + c$$

woraus sich das bestimmte Integral ergiebt:

$$z = \int_{\frac{\pi}{m}}^{\frac{\pi}{n}} y\, d\, x = a^{\square} \left(\cos \frac{\pi}{m} - \cos \frac{\pi}{n}\right) \quad \ldots 3)$$

und speciell für die ganze von der Sinuscurve eingeschlossene Fläche:

$$z = \int_0^{\pi} y\, d\, x = a^{\square} \left(1 - \cos \pi\right) = 2\, a^{\square}$$

Diese Fläche ist also gleich zwei Quadratflächen, deren Seitenlänge dem Werth von a entspricht. Dieser Werth von z erfordert jedoch noch eine Correction.

Wir haben nämlich bei der für eine der Wellenlänge gleiche, $a \pi$ lange Abscisse angepasste Sinuscurve angenommen, dass auch die Schwingungsweite gleich a sei. Nun kann aber in einem, wie hier in Rede stehenden Falle einer Verkürzungswelle, die Schwingungsweite der einzelnen Punkte nie die Länge der gegenseitigen Abstandsweite für die Ruhelage erreichen, noch weniger sie übertreffen, es kann also auch bei einer Reihe dicht aufeinander folgender Punkte die Schwingungsweite des einzelnen Punktes nicht gleich dem Radius a jenes Halbkreises $a \pi$ gesetzt werden, dessen Länge der Wellenlänge selbst gleich sein soll; und darum muss auch der Werth von

$$y = a \sin x$$

um so viel mal verkürzt werden, als die Schwingungsweite kleiner ist als der Radius a dieses Halbkreises.

Setzen wir daher die wahre Schwingungsweite gleich α, und $\frac{a}{\alpha} = n$, so geht obige Gleichung über in:

$$y = \frac{1}{n} a \sin x,$$

also auch die daraus abgeleitete Gleichung:

$$z = a^{\square} \left(\cos \frac{\pi}{m} - \cos \frac{\pi}{n} \right)$$

über in:

$$z = \frac{1}{n} a^{\square} \left(\cos \frac{\pi}{m} - \cos \frac{\pi}{n} \right) \ldots\ldots 4)$$

da aber auch:

$a\ \pi = l.$ der Wellenlänge der Punktreihe, ist, also

$$a = \frac{l}{\pi} \text{ und wie oben } n = \frac{a}{\alpha},$$

so ist auch:

$$n = \frac{l}{\alpha\ \pi}.$$

Dieser Werth statt n in die Gleichung 4) eingesetzt ergiebt:

$$z = \frac{\alpha\ \pi}{l} \left(\frac{l}{\pi} \right)^{\square} \left(\cos \frac{\pi}{m} - \cos \frac{\pi}{n} \right).$$

Indem aber so die Quadratfläche $\left(\frac{l}{\pi} \right)^{\square}$ nach einer mit der Längeneinheit für l übereinstimmenden Maasseinheit ausmessbar wird, kann die letzte Gleichung auch geschrieben werden:

$$z = \frac{\alpha\ \pi}{l} \left(\frac{l}{\pi} \right)^2 \left(\cos \frac{\pi}{m} - \cos \frac{\pi}{n} \right)$$

und abgekürzt:

$$z = \alpha\ \frac{l}{\pi} \left(\cos \frac{\pi}{m} - \cos \frac{\pi}{n} \right) \ldots\ldots 5)$$

Wenn nun noch dieser nach Flächenmaasseinheiten von z. B. 1 □ Mm, bestimmte Werth der von der Sinuscurve begrenzten Fläche dividirt wird mit der Breitengrösse der Streifen, in welche die Fläche eingetheilt werden muss, also wie schon oben bemerkt wurde, mit der nach derselben Maasseinheit wie l bestimmten Distanz der Gleichgewichtsorte je zweier benachbarter Punkte, so gewinnen wir die Gesammtstrecke, um welche bei fixirtem oberen Ende das freibewegliche untere Ende der Punktreihe während irgend einer Phase der Welle von dem in der Ruhelage innegehabten Orte abgewichen ist.

Bezeichnen wir jene Grösse mit H, die gegenseitige Distanz der Gleichgewichtsorte mit δ, so geht aus Gleichung 5) hervor:

$$H = \frac{a}{\delta}\frac{l}{\pi}\left(\cos\frac{\pi}{m} - \cos\frac{\pi}{n}\right)$$

oder statt m, $\frac{T}{t_I}$, und statt n, $\frac{T}{t_{II}}$ eingesetzt, wo t_I und t_{II} die Zeiten bedeuten, welche verflossen sind, seit der am Ausgangsorte der Welle stehende Punkt der Reihe seine Gleichgewichtslage verlassen hat, erhalten wir die allgemeine Gleichung

$$H = \frac{a}{\delta}\frac{l}{\pi}\left(\cos\pi\frac{t_I}{T} - \cos\pi\frac{t_{II}}{T}\right) \ldots\ldots 6)$$

welche so gut wie für eine einfache auch für eine mehrfache Reihe ursprünglich um δ weit von einander stehender Punkte, und somit auch auf eine Reihe nacheinander folgender Querscheiben angewendet werden kann, welche entweder ursprünglich um δ weit von einander entfernt stehen und sich bis auf α einander nähern; oder auch die eine ursprüngliche Dicke gleich δ haben und sich bis auf die Grösse α verdünnen.

Demnach scheint die letzte Gleichung auch auf die contractionsfähige Muskelfaser und somit auch auf einen parallelfaserigen Muskel selbst anwendbar, wenn wir (vorläufig) voraussetzen, dass auch in der Muskelfaser für alle elementaren Querscheiben in der ganzen Faserlänge die Werthe von δ und α gleich gross verbleiben, und wenn wir als elementare Querscheibe alle jene isotropen und anisotropen Schichten zu einem einheitlichen Element zusammenfassen, welche im geschichteten Baue der Muskelfaser als zu einem Absatze gehörig, entlang der Faser in regelmässiger Folge sich wiederholen[1]).

---

1) Bei den einander so sehr widersprechenden Ansichten, wie sie gegenwärtig unter den Histologen betreffs des Baues der quergestreiften Muskelfaser herrschen, deren Klärung, so wünschenswerth sie wäre, doch noch für lange nicht anzuhoffen sein dürfte, lässt sich auch der Begriff der elementaren Scheibe der Muskelfaser im physiologischen Sinne, nur in einer allgemeineren Weise histologisch definiren. Es scheint mir aber, dass bei jenen wohl meistens auf histologische Beobachtungen der abgestorbenen Faser gegründeten Ansichten, die physiologischen Postulate für ein zur mechanischen Kraftentwickelung vermöge seiner activen Formveränderung befähigtes Gebilde, bisher

Bei der Anwendung der letzten Gleichung auf einen Muskel mit lauter parallel vorlaufenden Fasern, wird dann der Werth von H die Bedeutung der Hubhöhe haben, welche in der Gleichung als Function von allen jenen unabhängigen Variabeln dargestellt ist, die wir in der gesuchten Gleichung enthalten haben wollten.

Bevor jedoch diese Gleichung auf ihre Anwendbarkeit auf die Zuckungscurve einer Prüfung kann unterzogen werden, müssen vorher noch die drei Hauptfälle einzeln discutirt werden, welche bei der Muskelzuckung betreffs des Verhältnisses zwischen der Muskellänge μ und der Länge der Zuckungswelle l möglich sind, so fern

$\mu > l$ oder
$\mu = l$ oder
$\mu < l$

sein könnte.

§. 2.
Discussion der Gleichung der Zuckungscurve für die Fälle, dass $\mu > l$ oder $\mu = l$ ist.

Es ist wohl leicht einzusehen, dass im Falle $\mu > l$ wäre, der Ablauf der von dem einen fixirten Ende zu dem andern freien Ende des Muskels hinschreitenden einmaligen Contractionswelle der Art sich gestalten müsste, dass was immer auch die Schwingungsweite des elementaren Muskelabschnittes (Muskelscheibe) sein möge, das zur Zeit der vollständig entwickelten Welle sich einstellende Maximum der Muskelverkürzung, oder was dasselbe bedeutet, die Hubhöhe am Scheitel der Zuckungscurve nur so viel betragen könnte, als die Verkürzung einer der Wellenlänge gleichen Muskelstrecke überhaupt zur Zeit der vollständig entwickelten Welle; weil ja eine etwaige noch ausserhalb der Welle liegende Muskelstrecke, als in der Welle eben nicht inbegriffen, zu jenem Zeitpunkte auch zur Grösse

---

zu wenig oder auch gar nicht berücksichtigt wurden. Eine nähere Prüfung jener Ansichten vom physiologischen Standpunkte aus dürfte aber wohl vieles zu Läuterung derselben beitragen.

der Verkürzung nichts beitragen könnte. Weil aber, im Falle $\mu > l$, die Welle in ihrer ganzen Länge so lange vollständig entwickelt bliebe, als sie mit ihrem voranschreitenden Ende über das andere Muskelende nicht hinweggeschritten ist, so müsste auch der Muskel eben so lange auf dem Maximum seiner Verkürzung verharren, die Hubhöhe also unverändert bleiben. Die vom Muskel gezeichnete Zuckungscurve würde somit auf ihrem Höhepunkte angelangt eine Weile auf derselben Höhe verbleiben, und statt eines Scheitelpunktes würde dieselbe eine der Abscissenaxe parallel verlaufende Scheitellinie besitzen, deren Zeitwerth t_m gleich wäre:

$$t_m = \frac{\mu - l}{v},$$

wo v die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Contractionswelle bedeutet.

Auch ist ferner leicht einzusehen, dass die der Schwingungszeit T gleiche Zeitdauer, welche die Welle bis zu ihrer vollständigen Entwickelung benöthigt, für diesen Fall jener Zeit gleich sein würde, nach welcher die Zuckungscurve ihre Höhe eben erreicht hat. Wenn also T_{m_1} den Zeitwerth der Abscissenlänge vom Anfange der Zuckungscurve bis zum eben erreichten Höhepunkt bedeutet, so ist zugleich:

$$T_{m_1} = T \; \ldots\ldots\ldots \; 7)$$

Zu diesem Zeitpunkte befindet sich also das nachschreitende Ende der Welle an jenem Ende des Muskels, von dem aus die Welle ausgegangen war; das voranschreitende Ende der letzteren hat aber das andere Muskelende noch nicht erreicht, sondern steht noch von demselben um die Strecke $\mu - l$ entfernt. So wie jedoch jenes Wellenende auch das zweite Muskelende überschritten hat, muss auch die Höhe der Curve wieder abnehmen. Heisst also T_{m_2} der Zeitwerth der Abscisse vom Anfang der Zuckungscurve bis zu jener Stelle, wo letztere ihre grösste Höhe wieder verlässt, so entspricht derselbe der Zeitdauer, binnen welcher das voranschreitende Wellenende die ganze Muskellänge vom Ausgangspunkte bis zum Endpunkte durchlaufen hat, somit ist auch

$$T_{m_2} = \frac{\mu}{v},$$

woraus folgt:

$$v = \frac{\mu}{T_{m_2}} \quad \ldots\ldots 8)$$

Aus der Gleichung 7) und 8) und aus

$$l = v\,T$$

ergiebt sich endlich die Wellenlänge

$$l = \mu\,\frac{T_{m_1}}{T_{m_2}} \quad \ldots\ldots 9)$$

Wie man also sieht, lassen sich für den Fall $\mu > l$ bis herab auf $\mu = l$, die Factoren der Zuckungswelle ganz unabhängig von der Art der Schwingungsweise der elementaren Muskelscheiben, schon aus einer einzigen Zuckungscurve bestimmen. Sind dieselben aber für eine solche Curve bestimmt worden, so lässt sich auch entscheiden, ob die Schwingungsweise der elementaren Muskelscheiben eine solche ist, wie wir sie als Grundlage bei der Ableitung der allgemeinen Gleichung der Zuckungscurve angenommen haben. Denn gestalten wir jene Gleichung unter 6) passend um für eine Abscissenlänge, welche von der Zeitgrenze $t = 0$ bis zu einer beliebigen Zeitgrenze $t = x < T$ reichen mag, so wird:

$$H = \frac{a}{\delta}\,\frac{l}{\pi}\left(1 - \cos\pi\,\frac{t}{T}\right) \quad \ldots\ldots 10)$$

da α als Schwingungsweite und δ als der Abstand der Ruheorte der Schwingungselemente nach gleicher Maasseinheit zu bemessende Grössen sind, so ist $\frac{\alpha}{\delta}$ nur eine Verhältnisszahl, und bedeutet nichts anderes als den Verkürzungscoëfficienten der elementaren Muskelscheibe, welcher bestimmbar wäre mittels der aus der Gleichung 10) für die Maximalhöhe der Curve, also für $t = T$ abgeleiteten Gleichung

$$H_m = 2\,\frac{a}{\delta}\,\frac{l}{\pi} \quad \ldots\ldots 10a)$$

aus welcher folgt:

$$\frac{a}{\delta} = H_m\,\frac{\pi}{2\,l} \quad \ldots\ldots 10b)$$

Nach Substitution der, in der eben angegebenen Weise für l, T und $\frac{\alpha}{\delta}$ gefundenen Werthe in der Formel 10), müss-

ten dann die aus letzterer für die verschiedenen Werthe von t sich ergebenden Werthe von H übereinstimmen mit den unmittelbar an der Zuckungscurve für dieselben Werthe von t abgemessenen Ordinatenwerthen, wenn die Schwingungsweise der Muskelelemente der vorausgesetzten Weise wirklich entsprechen würde.

Eine solche Prüfung ist jedoch aus Gründen, die alsbald einleuchten werden, so lange nicht ausführbar, bis wir nicht über das wirkliche Verhältniss zwischen der Muskellänge und der Wellenlänge genau orientirt sind.

Wir wollen also zunächst die Eigenschaften einer Curve untersuchen, wie sie der für den Fall $\mu > l$ oder $\mu = l$ aufgestellten Gleichung 10) entspricht.

Indem wir in derselben zur Abkürzung M statt $\frac{\alpha}{\delta} \frac{l}{\pi}$ setzten, und weil ferner die von der Welle in der Zeit t zurückgelegte Strecke

$$x = t\, v \text{ ist, und ebenso}$$
$$l = T\, v$$

so können wir auch statt $\frac{t}{T}$ setzen $\frac{x}{l}$, somit steht:

$$H = M \left(1 - \cos \pi \frac{x}{l} \right)$$

hieraus folgt:

$$\frac{dH}{dx} = M \frac{\pi}{l} \sin \left(\pi \frac{x}{l} \right)$$

$$\frac{d^2 H}{d x^2} = M \left(\frac{\pi}{l} \right)^2 \cos \left(\pi \frac{x}{l} \right)$$

Aus

$$\frac{dH}{dx} = M \frac{\pi}{l} \sin \pi \frac{x}{l} = 0$$

ergiebt sich

$$\sin \left(\pi \frac{x}{l} \right) = 0 \text{ und}$$

$$\sin \left(\pi \frac{x}{l} \right) = \sin \pi$$

demnach

$$x = 0 \text{ und}$$
$$x = l$$

welche Werthe statt x in die Gleichung des zweiten Differentialquotienten eingesetzt, ergeben

$$\frac{d^2 H}{d x^2} = + M \frac{\pi^2}{l^2}$$

und

$$\frac{d^2 H}{d x^2} = - M \frac{\pi^2}{l^2}$$

Demnach ist bei $x = 0$

$H = 0$, ein Minimum

und bei $x = l$

$H = 2\ M$, ein Maximum.

Die halbe Zuckungshöhe

$$\tfrac{1}{2} H = M$$

wird aber erreicht, wenn

$$\cos\left(\pi \frac{x}{l}\right) = 0 \text{ also}$$

$$\pi \frac{x}{l} = \frac{\pi}{2}$$

somit:

$$x = \frac{l}{2} \text{ ist.}$$

Wenn ferner T_h die Zeit heisst, welche bis zum Eintritt der halben Zuckungshöhe verstreicht, so steht auch, indem letzteres dann stattfindet, wenn sich die halbe Welle auf dem Muskel entwickelt hat:

$$T_h = \tfrac{1}{2} \frac{l}{v}$$

also auch nach Gleichung 7)

$$T_h = \tfrac{1}{2} T_{m1}$$

demnach auch

$$\frac{2\ T_h}{T_{m1}} = 1 \ldots\ldots 11)$$

wo, wie oben, T_{m1} den Zeitwerth der Abcissenlänge vom Anfange der Zuckungscurve bis zum eben erreichten Höhepunkt bedeutet. Es ist also für $\mu > l$ oder $\mu = l$ die Zeit der halben Zuckungshöhe gleich der halben Zeit der maximalen Zuckungshöhe.

Derselbe Punkt der Zuckungscurve, wo diese den halben Höhenwerth ihres Maximums erreicht, ist aber auch ein Wendepunkt, denn

$$\frac{d^2 H}{d x^2} = M \left(\frac{\pi}{l}\right)^2 \cos \left(\pi \frac{x}{l}\right) = 0$$

gesetzt, wird

$$\cos \left(\pi \frac{x}{l}\right) = \cos \frac{\pi}{2}$$

Demnach:

$$x = \frac{l}{2} \ldots\ldots\ldots \quad 12)$$

und weil der zweite Differentialquotient so lange positiv bleibt, als

$$x < \frac{l}{2} \text{ also}$$

$$\pi \frac{x}{l} < \frac{\pi}{2} \text{ ist,}$$

und negativ wird, wenn

$$x > \frac{l}{2} \text{ also}$$

$$\pi \frac{x}{l} > \frac{\pi}{2} \text{ ist,}$$

so ergiebt sich, dass die Zuckungscurve vor ihrem Wendepunkte convex, nach diesem Punkte aber concav gegen die Abscissenaxe verläuft.

Weil endlich, wie wir eben fanden, auch für den Wendepunkt

$$x = \frac{l}{2} \text{ ist}$$

so ist auch die Zeit T_w, nach welcher derselbe erreicht wird

$$T_w = \tfrac{1}{2}\, T_{m_1} \text{ oder } \frac{2\, T_w}{T_{m_I}} = 1 \ldots\ldots \quad 12a)$$

so wie auch

$$\frac{T_w}{T_h} = 1$$

d. h. also für den Fall $\mu > l$ oder $\mu = l$ ist auch die Zeit, nach welcher vom Anfange der Zuckung der Wendepunkt eintritt, gleich der halben Zeit des Zuckungsmaximums, und somit fällt auch der Moment des Wendepunktes in der Zuckungscurve mit dem Moment der halben Zuckungshöhe zusammen.

Eben darum wird auch die Zuckungshöhe H_w zur Zeit des

Wendepunktes dieselbe sein, wie zur halben Zeit des Zuckungsmaximums, also

$$H_w = \frac{\alpha}{\delta} \frac{l}{\pi} \ldots\ldots 11a)$$

Es ist wohl kaum nöthig zu bemerken, dass der Verlauf der Zuckungscurve, sobald dieselbe von ihrer Höhe gegen die Abscissenaxe wieder herabsteigt, vollkommen gleich ist dem eben auseinandergesetzten Verlauf ihres aufsteigenden Abschnittes, weshalb auch eine Wiederholung dieser Erörterung überflüssig erscheint.

Die bisher erörterten Verhältnisse in dem Verlaufe der Zuckung erleiden jedoch wesentliche Veränderungen, sobald die Länge des Muskels nicht mehr gleich ist der Wellenlänge oder letztere sogar übertrifft, sondern unter dem Werthe der letzteren steht. Wir müssen daher diese Verhältnisse auch für den Fall, dass $\mu < l$ ist, einer eingehenden Betrachtung unterziehen.

§. 3.

Discussion der Gleichung der Zuckungscurve für den Fall, dass $\mu < l$ ist.

Während in dem Falle, dass $\mu > l$ ist, zur Zeit der eben erreichten Maximalhöhe der Zuckung, das nachschreitende Ende der Welle eben an jenem Muskelende angelangt war, von dem aus die Welle ihren Ausgang genommen hatte, kann dies, wie leicht einzusehen ist, nicht mehr zutreffen, wenn $\mu < l$ ist; sondern es muss der Muskel in diesem Falle die Maximalhöhe seiner Zuckung schon erreicht haben, bevor noch das nachschreitende Wellenende am Wellenausgangsende des Muskels sich eingefunden hat, d. h. bevor sich noch die Contractionswelle um ihre ganze Länge über jenes Muskelende hinweggeschoben hat. Es muss also auch die Zeit T_m, welche vom Beginn der Zuckung bis zum Eintritt ihres Maximums vergeht, kleiner sein als die Schwingungszeit T des Elementes. Die Differenz

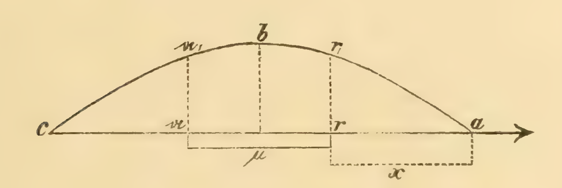
$$T - T_m$$

wird sich aber ergeben aus der Lage, welche der Muskel inner-

halb der Zuckungswelle im Momente des Zuckungsmaximums einnehmen muss.

Da in dem hier der Untersuchung unterzogenen Falle nur ein bestimmter der Muskellänge gleicher Wellenabschnitt auf einmal auf dem Muskel Platz gewinnen kann, so handelt es sich vor Allem darum, jenen Abschnitt der von der Sinuscurve begrenzten Fläche anzugeben, welcher bei einer bestimmten, der angenommenen Muskellänge gleichen Abscissenlänge die grösste Fläche besitzt. Diese Aufgabe wird aus Fig. 1 deutlicher

(Fig. 1.)



hervorleuchten. In dieser sei $a\,c$ die Länge der Welle, deren einer Sinuscurve entsprechende Linie mit $a\,b\,c$ bezeichnet ist. Das Wellenausgangsende am Muskel μ sei bei a, das Wellenschlussende bei r; die Welle schreitet also über den Muskel in der Richtung des Pfeiles vor. Der Abschnitt $a\ a_i\ r_i\ r$ der von der Sinuscurve begrenzten Fläche hat zur Grundlinie den Muskel μ; die Strecke x der Abscisse ist jene Länge, um welche die Welle mit ihrem Anfangsende a bereits über das Wellenschlussende des Muskels hinweggeschritten ist. Wir haben daher zur Lösung der gestellten Aufgabe die Gleichung der Sinusfläche zweimal einer Integration zwischen zwei Grenzen, je einer oberen $\mu + x$ und x, und je einer unteren 0 zu unterziehen.

Es steht also:

$$z_i = \int_0^{\pi\frac{\mu+x}{l}} y\,dx = a^{\square}\left\{1 - \cos\left(\pi\,\frac{\mu+x}{l}\right)\right\}$$

und

$$Z_{II} = \int_0^{\pi \frac{x}{l}} y\,dx = a^{\square}\left[1 - \cos\left(\pi \frac{x}{l}\right)\right]$$

demnach

$$z_I - z_{II} = Z = a^{\square}\left(\cos \pi \frac{x}{l} - \cos \pi \frac{\mu + x}{l}\right)$$

oder

$$Z = a^{\square}\left[\cos \pi \frac{x}{l}\left(1 - \cos \pi \frac{\mu}{l}\right) + \sin \pi \frac{x}{l} \sin \pi \frac{\mu}{l}\right]$$

Wird diese Gleichung nach x differenzirt, so ergiebt sich:

$$\frac{dZ}{dx} = a\left[-\frac{\pi}{l} \sin \frac{\pi}{l} x\left(1 - \cos \frac{\pi}{l} \mu\right) + \frac{\pi}{l} \cos \frac{\pi}{l} x \sin \frac{\pi}{l} \mu\right]$$

$$\frac{d^2 Z}{dx^2} = a\left[-\frac{\pi^2}{l^2} \cos \frac{\pi}{l} x\left(1 - \cos \frac{\pi}{l} \mu\right) - \frac{\pi^2}{l^2} \sin \frac{\pi}{l} x \sin \frac{\pi}{l} \mu\right] \quad \ldots\ldots \; 14)$$

Aus $\frac{dZ}{dx} = 0$ folgt:

$$\cos \frac{\pi}{l} x \sin \frac{\pi}{l} \mu = \sin \frac{\pi}{l} x \left(1 - \cos \frac{\pi}{l} \mu\right)$$

oder

$$\frac{\sin \frac{\pi}{l} \mu}{1 - \cos \frac{\pi}{l} \mu} = \frac{\sin \frac{\pi}{l} x}{\cos \frac{\pi}{l} x};$$

also auch:

$$\frac{1}{tg \frac{\pi}{2l} \mu} = tg \frac{\pi}{l} x$$

Und weil

$$1 - tg \frac{\pi}{2l} \mu \,.\, tg \frac{\pi}{l} x = 0 = \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2l} \mu + \frac{\pi}{l} x\right)}{\cos \frac{\pi}{2l} \mu \,.\, \cos \frac{\pi}{l} x};$$

so ist:

$$\cos\left(\frac{\pi}{2l} \mu + \frac{\pi}{l} x\right) = 0 = \cos \frac{\pi}{2},$$

woraus folgt:

$$x = \frac{l - \mu}{2} \;\ldots\ldots\; 14a);$$

welcher Werth statt x in die Gleichung des zweiten Differentialquotienten eingesetzt, ergiebt:

$$\frac{d^2 Z}{d x^2} = -a \frac{\pi^2}{l^2} \left[cos \left\{ \frac{\pi}{l} \left(\frac{l - \mu}{2} \right) \right\} \left(1 - cos \frac{\pi}{l} \mu \right) + sin \left\{ \frac{\pi}{l} \left(\frac{l - \mu}{2} \right) \right\} sin \frac{\pi}{l} \mu \right]$$

und nach einigen Umformungen

$$\frac{d^2 Z}{d x^2} = -2 a \frac{\pi^2}{l^2} sin \frac{\pi}{l} \frac{\mu}{2}$$

woraus hervorgeht, dass wenn

$$x = \frac{l - \mu}{2}$$

wird, der Werth von Z dann das Maximum erreicht.

Die Gleichung des Z für den Fall des Maximums, lautet daher nach Substitution des x durch den eben gefundenen Werth in der Gleichung 13)

$$Z_m = a^{\square} \left[cos \left\{ \frac{\pi}{l} \left(\frac{l - \mu}{2} \right) \right\} - cos \left\{ \frac{\pi}{l} \left(\frac{l - \mu}{2} + \mu \right) \right\} \right]$$

woraus nach einigen Abänderungen entsteht:

$$Z_m = 2 a \, sin \frac{\pi}{2} \frac{\mu}{l} \;\ldots\ldots\ldots\; 15)$$

und indem wir wie oben bei den Gleichungen 5) und 6) in den Gleichungen 13) und 15) $\frac{\alpha}{\delta} \frac{l}{\pi}$ statt $a^{\square}$ setzen, gelangen wir zur allgemeinen Gleichung:

$$H = \frac{\alpha}{\delta} \frac{l}{\pi} \left[cos \left(\pi \frac{x}{l} \right) - cos \left(\pi \frac{\mu + x}{l} \right) \right] \;\ldots\ldots\; 16a)$$

so wie zur Gleichung t des Maximums für die Hubhöhe am Scheitelpunkt der Zuckungscurve:

$$H_m = 2 \frac{\alpha}{\delta} \frac{l}{\pi} sin \frac{\pi}{2} \frac{\mu}{l} \;\ldots\ldots\; 16b)$$

Woraus sich der Verkürzungscoëfficient ergiebt:

$$\frac{\alpha}{\delta} = \frac{H_m}{2 \frac{l}{\pi} sin \frac{\pi}{2} \frac{\mu}{l}} \;\ldots\ldots\; 16c)$$

Wir können die Gleichung (16a) noch in einer anderen Form schreiben, in welcher sie auch später ihre Anwendung finden wird.

Nennen wir die Zeit, in welcher die Zuckungswelle die Strecke x zurücklegt, t_x, so steht

$$x = t_x v \text{ und ebenso}$$
$$l = T v,$$

somit
$$\frac{x}{l} = \frac{t_x}{T};$$

es heisse ferner die Zeit, in welcher die Zuckungswelle die ganze Muskellänge μ zurücklegt, t_μ, so ist wieder

$$\mu = t_\mu v$$
$$l = T v$$

somit

$$\frac{\mu}{l} = \frac{t_\mu}{T}$$

wenn wir nun diese Werthe in der Gleichung 16a) gegen einander vertauschen, so geht dieselbe über in:

$$H = \frac{\alpha}{\delta} \frac{l}{\pi} \left[\cos \pi \frac{t_x}{T} - \cos \pi \left(\frac{t_\mu + t_x}{T} \right) \right],$$

setzen wir weiter noch

$$t = t_x + t_\mu$$

also
$$t_x = t - t_\mu$$

so erhalten wir endlich:

$$H = \frac{\alpha}{\delta} \frac{l}{\pi} \left[\cos \left(\pi \frac{t - t_\mu}{T} \right) - \cos \left(\pi \frac{t}{T} \right) \right] \quad \ldots\ldots \quad 16d)$$

in welcher Gleichung unter t die gesammte Zeit seit Beginn der Zuckung zu verstehen ist.

Aus dem für x gefundenen Werthe $\frac{l - \mu}{2}$ geht hervor, dass das Maximum der Zuckungshöhe mit dem Zeitmoment zusammenfällt, in welchem die Mitte der Welle über der Mitte des Muskels sich befindet, dass also, wie auch Fig. 1 andeutet, zu jenem Zeitmomente das vorangehende Wellenende a um eine eben so grosse Strecke über das Wellenschlussende r des Muskels hinaus gelangt sein muss, wie das nachfolgende Wellenende c noch entfernt ist vom Wellenausgangsende α des Muskels. Darum ist also auch die oben erwähnte Zeitdifferenz $T - T_m$ gleich jener Zeit, welche die Welle zur Zurücklegung einer Strecke x noch benöthigt. Weil nun

$$T - T_m = \frac{l}{v} - T_m = \frac{x}{v} = \frac{l - \mu}{2v} \text{ ist,}$$

steht auch:

$$T_m = \frac{l + \mu}{2v}$$

Da aber diese, zwei unbekannte Grössen l und v enthaltende Gleichung zur Ermittlung derselben nicht genügt, ist es nöthig noch andere Hilfsgleichungen zu gewinnen. Diese können nun abgeleitet werden sowohl mit Bezug auf den Zeitpunkt, in welchem die Zuckungscurve ihre halbe Höhe erreicht, als auch mit Bezug auf den Zeitpunkt des Wendepunktes dieser Curve.

§. 4.

Ermittelung des Zeitpunktes der halben Zuckungshöhe für den Fall $\mu < l$.

Bei der Bestimmung des Zeitpunktes der halben Zuckungshöhe sind bei dem hier angenommenen Verhältniss $\mu < l$ zwei weitere Fälle zu unterscheiden, nämlich einmal ob die Muskellänge hinreicht, dass die halbe Zuckungshöhe erreicht werden könne, wenn die Welle, von dem einen Ende des Muskels ausgehend, mit ihrem vorangehenden Ende eben bis zum andern Ende desselben angelangt ist, oder ob dieses vorangehende Wellenende auch über jenes Muskelende eine bestimmte Strecke schon hinweggeschritten sein muss, damit die halbe Zuckungshöhe eingetreten sein könne.

Es ergiebt sich daher die Aufgabe, vor Allem den Grenzwerth der für den ersteren Fall erforderlichen Muskellänge zu ermitteln. Derselbe kann aber bestimmt werden, wenn wir aus der Gleichung der zur Sinuscurve gehörigen Fläche jenes Stück der Abscisse vom vorangehenden Wellenende aus bestimmen, welchem eine Flächengrösse zugehört, die gleich ist der Hälfte jener, dem Zuckungsmaximum entsprechenden Fläche, von der wir bereits wissen, dass sie unterhalb des Scheiteltheiles der Sinuscurve gelegen, von der Abscisse der letzteren einen mittleren Abschnitt von der Ausdehnung der Muskellänge zur Grundlinie hat.

Nach Gleichung 15) ist die Grösse einer solchen Fläche

$$Z_m = 2A \sin \frac{\pi}{2} \frac{\mu}{l}$$

Der Hälfte dieser Grösse soll nun die Fläche gleich sein, welche einen gleich langen, jedoch am vorangehenden Ende der Sinnscurve gelegenen Abschnitt der Abscissenaxe zur Grundlinie hat.

Aus der allgemeinen Gleichung 3) ergiebt sich für die etztere Fläche

$$z = a\left(1 - \cos \pi \frac{\mu}{l}\right),$$

den letzten zwei Gleichungen zu Folge steht also:

$$\sin \frac{\pi}{2} \frac{\mu}{l} = 1 - \cos \pi \frac{\mu}{l}$$

also auch

$$\sin \frac{\pi}{2} \frac{\mu}{l} = 2 \sin^2 \frac{\pi}{2} \frac{\mu}{l}$$

demnach

$$\sin \frac{\pi}{2} \frac{\mu}{l} = \frac{1}{2} = \sin \frac{\pi}{6} \; \ldots\ldots \; 18)$$

woraus folgt:

$$\mu = \frac{1}{3} l \; \ldots\ldots \; 19)$$

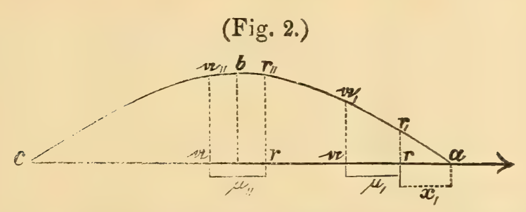
Die soeben für μ gefundene Grösse entspricht also dem gesuchten Grenzwerth zwischen den zwei Fällen, welche bei $\mu < l$ behufs der Aufstellung der Gleichung für die Zeit der halben Zuckungshöhe getrennt zu behandeln sind.

§. 5.

α) Die Gleichung für die Zeit der halben Zuckungshöhe und die daraus abgeleiteten Gleichungen für den Fall $\mu < \frac{1}{3} l$.

Wir haben zunächst, wie es Fig. 2 andeutet, an der Abscisse $a\,c$ der Sinuscurve, von ihrem vorangehenden Ende a aus, jene Länge $x_{,}$ zu bestimmen, um welche das vorangehende Wellenende auch schon über das Schlussende des Muskels, in der Stellung $\mu_{,}$ bereits hinweggeschritten sein muss, wenn das Flächenstück $\mathfrak{a}\,\mathfrak{a}_{,}\,r_{,}\,r$ aus der zur Sinuscurve gehörigen Fläche, welches das der Muskellänge $\mu_{,}$ gleich lange Stück der Abs-

(Fig. 2.)



scissenaxe zur Grundlinie hat, die halbe Grösse jenes Flächenstückes $\mathfrak{a}\ \mathfrak{a}_{//}\ r_{//}\ r$ erreicht, welchem bei der Lage $\mu_{//}$ des Muskels unter dem Scheiteltheil der Wellencurve das dem früheren gleichlange Stück $\mathfrak{a}\ r$ aus der Mitte der Abscissenlinie zur Grundlinie dient.

Wir haben also zufolge der Gleichung 3) und 15)

$$\frac{1}{2} Z_m = Z_h = A^{\square} \sin \frac{\pi}{2} \frac{\mu}{l} = A^{\square} \left[\cos\left(\frac{\pi}{l} x_{/}\right) - \cos\left\{\frac{\pi}{l}\left(x_{/} + \mu\right)\right\}\right] \quad ;$$

und nach vollständiger Entwickelung und einigen Umformungen des rechten Gliedes der Gleichung:

$$\sin \frac{\pi}{2} \frac{\mu}{l} = \cos \frac{\pi}{l} x_{/} \sin \frac{\pi}{2} \frac{\mu}{l} + \sin \frac{\pi}{2} x_{/} \cos \frac{\pi}{2} \frac{\mu}{l}$$

und demnach zufolge der Gleichung 18) auch

$$\sin \frac{\pi}{6} = \sin\left(\frac{\pi}{l} x_{/} + \frac{\pi}{2} \frac{\mu}{l}\right),$$

wonach also

$$x_{/} = \frac{l - 3\mu}{6} \quad \ldots\ldots 20)$$

ist.

Da also bis zum Eintritt der halben Zuckungshöhe die Wegstrecke μ und $x_{/}$ von der Welle zurückgelegt sein muss, demnach die vom Beginn der Zuckung bis dahin verflossene Zeit

$$T_h = \frac{\mu + x_{/}}{v}$$

ist, so ist dieselbe auch nach Substitution des $x_{/}$ durch seinen obigen Werth

$$T_h = \frac{l + 3\mu}{6v} \quad \ldots\ldots 21)$$

Aus dieser Gleichung der Zeit der halben Zuckungshöhe und aus der Gleichung 17) für die Zeit Tm der Maximal-Zuckungshöhe, folgt:

$$\frac{T_m}{T_h} = 3\left(\frac{l+\mu}{l+3\mu}\right) \ldots\ldots 22)$$

woraus leicht abzuleiten ist

$$l = \frac{3\mu(T_m - T_h)}{3T_h - T_m} \ldots\ldots 23)$$

Wird aber dieser Werth für l in die Gleichung 17) für T_m

$$T_m = \frac{l+\mu}{2v}$$

eingesetzt, so folgt daraus

$$v = \frac{\mu}{3T_h - T_m} \ldots\ldots 24)$$

und aus der Gleichung 23) und 24) ergiebt sich für

$$T = 3(T_m - T_h) \ldots\ldots 25)$$

Die aus der Gleichung 22) sich ergebende Gleichung

$$\frac{T_h}{\frac{1}{2}T_m} = \frac{2(l+3\mu)}{3(l+\mu)} \ldots\ldots 26)$$

lässt erkennen, dass mit wachsender Länge μ des Muskels sich T_h dem $\frac{1}{2}T_m$ mehr und mehr nähert, und bei $\mu = l$ dasselbe erreicht, dass also bei diesem Grenzfalle die Zeit der halben Zuckungshöhe mit der halben Zeit der maximalen Zuckungshöhe übereinstimmt; unter jener Grenze aber T_h im Verhältniss zu $\frac{1}{2}T_m$ um so kleiner wird, also der Zeitpunkt der halben Zuckungshöhe noch vor der halben Zeit des Zuckungsmaximums und um so früher eintritt, je kleiner die Muskellänge μ im Verhältniss zur Wellenlänge l ist.

Wir haben nun die Gleichung für T_h auch noch für den zweiten der zu unterscheidenden Fälle zu bestimmen.

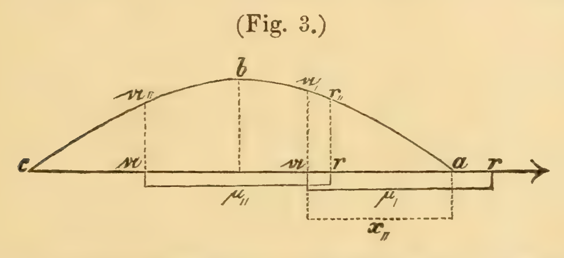
§. 6.

β) Die Gleichung für die Zeit der halben Zuckungshöhe und die daraus abgeleiteten Gleichungen für den Fall, dass μ wohl $< l$, jedoch grösser als $\frac{1}{3}l$ ist.

Aus den vorangehenden Erörterungen betreffs des Zeitpunktes der halben Zuckungshöhe für den Fall $\mu < l$ im All-

gemeinen, ging aus Gleichung 19) hervor, dass im Falle der Muskel länger als ⅓ der Wellenlänge ist, die halbe Zuckungshöhe eintreten kann noch bevor das vorangehende Wellenende über das Schlussende des Muskels hinaus ist, es leuchtet also auch ein, dass in dem hier zu erörternden Falle zum Eintritt der halben Zuckungshöhe die Länge des Muskels der Art genügen wird, dass zu jenem Zeitmomente die Zuckungswelle nicht einmal den ganzen Muskel ergriffen zu haben braucht. Indem wir also jene Muskelstrecke zu bestimmen haben, über welche sich die Zuckungswelle zur Zeit der halben Zuckungshöhe ausgebreitet haben muss, besteht unsere Aufgabe somit nach Andeutung der Fig. 3 darin, jene von a bis $\mathfrak{a}$ reichende,

(Fig. 3.)



der gesuchten Muskelstrecke $x_{//}$ (bei der Lage $\mu_{/}$ des Muskels) gleiche Abscissenlänge vom vorangehenden Wellenende a aus anzugeben, zu welcher als Grundlinie aus der, von der Sinuscurve a b c begrenzten Fläche ein ebenso grosses Stück $\mathfrak{a}\ \mathfrak{a}_{/}\ a$ gehört, wie die Hälfte des $\mathfrak{a}\ \mathfrak{a}_{//}\ r_{//}\ r$ — Stückes jener Fläche ist, welches unter dem Scheitel der Sinuscurve gelegen, die, der ganzen Länge des nun in der Lage $\mu_{//}$ befindlichen Muskels gleiche $\mathfrak{a}\ r$ — Strecke der Abscisse zur Grundlinie hat.

Da nnn nach Gleichung 3) das erstere Flächenstück

$$Z_h = A^{\square}\left(1 - \cos\frac{\pi}{l}\, x_{//}\right) \quad ;$$

nach Gleichung 15) aber das letztere Flächenstück

$$\tfrac{1}{2}\, Z_m = A^{\square} \sin\frac{\pi}{2}\,\frac{\mu}{l}$$

ist, so folgt auch für den gegenwärtigen Fall:

$$1 - \cos\frac{\pi}{l}\, x_{//} = \sin\frac{\pi}{2}\,\frac{\mu}{l};$$

demnach:

$$x_{II} = \frac{l}{\pi} \; arc \; cos\left(1 - sin\frac{\pi}{2}\frac{\mu}{l}\right) \ldots\ldots 27)$$

Die Zeit T_h bis zum Eintritt der halben Zuckungshöhe wird nun in diesem Falle sein:

$$T_h = \frac{x_{II}}{v}$$

für die Zeit des Eintrittes des Zuckungsmaximums gilt aber auch hier wie oben die Gleichung 17) im Allgemeinen für $\mu < l$

$$T_m = \frac{l + \mu}{2 v}$$

demnach

$$\frac{T_m}{T_h} = \frac{l + \mu}{2 x_{II}}$$

und zufolge dieser und der Gleichung 27) ist

$$x_{II} = \frac{T_h}{T_m}\left(\frac{l + \mu}{2}\right) = \frac{l}{\pi} \; arc \; cos\left(1 - sin\frac{\pi}{2}\frac{\mu}{l}\right)$$

woraus endlich folgt:

$$1 = cos\left\{\frac{\pi}{2}\left(1 - \frac{\mu}{l}\right)\right\} + cos\left\{\frac{\pi}{2} \cdot \frac{T_h}{T_m}\left(1 + \frac{\mu}{l}\right)\right\} \ldots\ldots 28)$$

In dieser Gleichung ist nun wohl l als Function von μ, T_m und T_h enthalten, leider aber in einer Form, welche die Bestimmung der Wellenlänge aus der Muskellänge und den Zeiten der maximal- und der halben Zuckungshöhe nur annäherungsweise gestattet.

Man kann jedoch auf Grundlage der letzten Gleichung 28) die den verschiedenen Werthen von $\frac{\mu}{l}$ zwischen $\mu = l$ und $\mu = \frac{1}{3} l$, entsprechenden Werthe von $\frac{T_h}{T_m}$ berechnen und dieselben in einer Tabelle zusammenstellen, mittelst welcher man dann betreffs des Werthes von $\frac{\mu}{l}$, der dem, in einem bestimmten Falle gefundenen Werthe von $\frac{T_h}{T_m}$ entspricht, sogleich so weit orientirt ist, dass man mit Hilfe der obigen Gleichung den wahren Werth von l schon nach wenigen Versuchen mit hinreichender Genauigkeit ermitteln kann.

Da nun, wie sich in der Folge ergeben wird, eben bei den,

zu experimentellen Untersuchungen geeigneten Froschmuskeln zwischen der Muskellänge und der Wellenlänge thatsächlich solche Verhältnisse obwalten, welche den Gebrauch einer derartigen Tabelle zur wesentlichen Erleichterung der Berechnung erheischen, so lege ich hier eine solche vor.

In derselben sind die Werthe von $\frac{T_h}{T_m}$ angegeben, wie sie dem Verhältniss $\frac{\mu}{l}$ entsprechen, wenn letzteres bei einer constanten Länge des l von 180 Theilen und bei einer um je 5 Theile abnehmenden Länge für μ, von $\mu = l$ an bis herab auf $\mu = 0$, sich ändert. Ausserdem sind noch in zwei Rubriken für dieselben Verhältnisse von $\frac{\mu}{l}$ die entsprechenden Verhältnisse zwischen der Zeit der halben Zuckungshöhe und der halben Zeit des Zuckungsmaximums $\frac{T_h}{\frac{1}{2}T_m}$, sowie zwischen der Zeit des Wendepunktes auf dem aufsteigenden Theile der Zuckungscurve und der halben Zeit des Zuckungsmaximums $\frac{T_w}{\frac{1}{2}T_m}$ beigefügt.

Tabelle umstehend.

Das Verhältniss $\frac{T_h}{\frac{1}{2}T_m}$ betreffend, zeigt diese Tabelle, wie sich dasselbe mit dem Verhältniss $\frac{\mu}{l}$ von $\mu = 0$ an, über $\mu = \frac{1}{3}\,l$ hinaus, bis zu $\mu = l$ der Art ändert, dass dessen Grösse bis zu $\frac{\mu}{l} = 0{\cdot}638$ zunehmend, bei diesem Verhältniss mit 1·098 seinen grössten Werth erreicht; bei weiter wachsendem μ aber wieder abnimmt, so dass es bei $\mu = l$ wieder gleich 1 wird, wie es schon einmal bei $\mu = \frac{1}{3}\,l$ war. Ist also $\mu > l$ oder $\mu = l$, so ist auch $T_h = \frac{1}{2}\,T_m$, ebenso wenn $\mu = \frac{1}{3}\,l$ ist; der Zeitpunkt der halben Zuckungshöhe fällt also mit dem Zeitpunkte der halben Zeit des Zuckungsmaximums zusammen. Zwischen $\mu = l$ und $\mu = \frac{1}{3}\,l$ ist wohl stets $T_h > \frac{1}{2}\,T_m$, d. h. der Zeitpunkt der halben Zuckungshöhe folgt dem Zeitpunkte der halben Zeit der maximalen Zuckungshöhe erst nach, jedoch nimmt diese

I. Tabelle.

l	μ	$\frac{\mu}{l}$	$\frac{T_h}{T_m}$	$\frac{T_h}{\frac{1}{2}T_m}$	$\frac{T_w}{\frac{1}{2}T_m}$	l	μ	$\frac{\mu}{l}$	$\frac{T_h}{T_m}$	$\frac{T_h}{\frac{1}{2}T_m}$	$\frac{T_w}{\frac{1}{2}T_m}$
180	180	1·000	0·500	1·000	1·000	180	90	0·500	0·540	1·081	1·333
„	175	0·972	0·506	1·013	1·014	„	85	0·472	0·536	1·072	1·283
„	170	0·944	0·513	1·026	1·028	„	80	0·444	0·531	1·062	1·230
„	165	0·916	0·518	1.037	1·043	„	75	0·416	0·525	1·050	1·176
„	160	0·888	0·524	1·048	1 058	„	70	0·388	0·518	1·036	1·120
„	155	0·861	0·529	1·058	1·074	„	65	0·361	0·509	1·019	1·061
„	150	0·833	0·533	1·067	1·090	„	60	0·333	0·500	1·000	1·000
„	145	0 805	0·537	1·075	1·107	„	55	0·305	0·489	0·978	0·936
„	140	0·777	0·540	1·081	1·125	„	50	0·277	0.478	0·956	0·869
„	135	0·750	0·543	1·087	1·142	„	45	0·250	0·471	0·942	0·800
„	130	0·722	0·545	1·091	1·161	„	40	0·222	0·454	0·909	0·727
„	125	0.694	0·547	1·095	1·180	„	35	0·194	0·441	0·883	0·631
„	120	0·666	0·548	1·097	1·200	„	30	0·166	0·428	0·857	0·571
„	115	0·638	0·549	1·098	1·220	„	25	0·138	0·419	0·839	0·487
„	110	0·611	0·548	1·097	1·241	„	20	0·111	0·400	0·800	0·400
„	105	0·583	0·547	1·095	1·263	„	15	0·083	0·384	0·769	0·307
„	100	0·555	0·546	1·092	1·285	„	10	0·055	0·368	0·736	0·210
„	95	0·527	0·543	1·087	1·309	„	5	0·027	0·356	0·713	0·108
„	90	0·500	0.540	1·081	1·333	„	0	0·000	—	—	—

Verspätung von $\mu = l$ an bis $\frac{\mu}{l} = 0·638$ zu, wo sie mit 1·098 ihr Maximum erreicht, von da an bis $\mu = \frac{1}{3} l$ aber nimmt sie wieder ab, so dass im letzteren Falle beide Zeitmomente wieder zusammenfallen. Von da an, wenn $\mu < \frac{1}{3} l$, wird wie schon oben angeführt wurde, das Auseinanderfallen der beiden

Zeitmomente immer grösser, jedoch im umgekehrten Sinne; so dass von jenem Grenzfalle an der Zeitpunkt der halben Zuckungshöhe dem Momente der halben Zeit des Zuckungsmaximums vorangeht.

Ist aus dem Verhältniss $\frac{T_h}{T_m}$ und der Muskellänge μ mit Beihülfe der Tabelle aus der Gleichung 28) die Wellenlänge bestimmt, so kann nach Einsetzung dieses Werthes an die Stelle von l, in der aus Gl. 17) abgeleiteten Gleichung:

$$v = \frac{l + \mu}{2\, T_m} \quad \ldots\ldots 29)$$

die Fortpflanzungsgeschwindigkeit, und nach $T = \frac{l}{v}$ auch die Schwingungsdauer bestimmt werden.

§. 7.

Ermittelung des Zeitmomentes des Wendepunktes der Zuckungscurve, und die daraus abgeleiteten Gleichungen, für den Fall $\mu < l$.

Nachdem wir in den letzten zwei §§. die Zeitpunkte der halben Zuckungshöhe für den Fall $\mu < l$ ermittelt und daraus mit Beihilfe der Gleichung des Zuckungsmaximums, die Gleichungen für l, v und T der Zuckungswelle abgeleitet haben, schreiten wir jetzt zur Ermittelung des Zeitmomentes des Wendepunktes auf der Zuckungscurve, um einerseits hieraus, abermals mit Berücksichtigung der Gleichung für die Zeit des Zuckungsmaximums, die Gleichungen für dieselben Factoren der Zuckungswelle abzuleiten, andererseits um den Charakter der Zuckungscurve auch für den Fall $\mu < l$ zu bestimmen.

Nun haben wir bereits bei der Discussion des Falles $\mu > l$ im §. 2 gefunden, dass für diesen Fall der Wendepunkt in der Zuckungscurve erst auftritt, nachdem sich die Zuckungswelle in ihrer halben Länge auf dem Muskel entwickelt hatte, bis zu welchem Punkte also die Zuckungscurve fortwährend convex gegen die Abscissenaxe gebogen verlief,

um über denselben hinaus weiter bis zur Scheitelhöhe gegen jene Axe concav zu verlaufen.

Hieraus folgt aber schon, dass auch in allen jenen Fällen, wo der Muskel länger als die halbe Welle ist, der Wendepunkt der Zuckungscurve sich zu demselben Zeitmomente einstellen wird, somit dass

$$T_w = \frac{l}{2v} \; \ldots\ldots \; 30)$$

und ebenso dass der Charakter der Curve vor und nach jenem Punkte, so wie er im Falle $\mu > l$ war, auch hier verbleiben wird.

Weil ferner nach Gleichung 17) für den Fall $\mu < l$ überhaupt

$$T_m = \frac{l + \mu}{2v}$$

ist, so folgt aus den letzten zwei Gleichungen

$$\frac{T}{\frac{1}{2}\, T_m} = \frac{2\, l}{l + \mu} \; \ldots\ldots \; 31)$$

und indem $l > \mu$ ist, folgt auch dass:

$$\frac{T_w}{\frac{1}{2}\, T_m} > 1$$

ist, somit dass der Wendungspunkt der Zuckungscurve erst nach der halben Zeit der maximalen Zuckungshöhe und, wie die vorangeschickte Tabelle in der sechsten Reihe zeigt, um so später eintritt, jemehr die Länge des Muskels abnehmend sich der halben Wellenlänge nähert. Auch ist aus jener Tabelle ersichtlich, dass dem Wendungspunkt auch der Moment der halben Zuckungshöhe, und zwar mit abnehmender Muskellänge bis zur Grenze von $\mu = \frac{1}{2}\, l$ mehr und mehr vorangeht.

Für den Fall aber, dass überhaupt $\mu < \frac{1}{2}\, l$ ist, so ist aus dem eben vorher Gesagten leicht einzusehen, dass sich der Charakter der Zuckungscurve nicht ändern kann, und dieselbe also ihre Convexität der Abscissenaxe zukehren muss, so lange als das voranschreitende Wellenende das Schlussende des Muskels nicht überschritten hat. Was sich auch aus dem zweiten Differentialquotienten der für diesen Fall angepassten Gleichung

$$Z = A^{\square}\left(1 - \cos\left\{\frac{\pi}{2}\,(\mu - x)\right\}\right)$$

ergiebt, indem

$$\frac{d^2\,Z}{d\,x^2} = A^{\square}\,\frac{\pi^2}{l^2}\cos\left\{\frac{\pi}{l}\,(\mu - x)\right\}$$

für jeden (hier einzig möglichen positiven) Werth von x, von $x = \mu$ an bis $x = o$, stets positiv verbleibt.

Dass aber in dem Momente, wo dass voranschreitende Wellenende das Schlussende des Muskels erreicht, auch der Wendepunkt in der Zuckungscurve auftrittt, geht daraus hervor, dass diese Curve sogleich concav gegen die Abscissenaxe wird, so wie jenes Muskelende von dem vorangehenden Wellenende überschritten ist. Denn es ist der, aus der Gleichung 13), welche einem solchen Falle entspricht, unter No. 14) abgeleitete zweite Differentialquotient,

$$\frac{d^2\,Z}{dx^2} = a\left[-\frac{\pi^2}{l^2}\cos\frac{\pi}{l}\,x\left(1 - \cos\frac{\pi}{l}\,\mu\right) - \frac{\pi^2}{l^2}\sin\frac{\pi}{l}\,x\,\sin\frac{\pi}{l}\,\mu\right],$$

der nach einigen Umwandlungen übergeht in:

$$\frac{d^2\,Z}{d\,x^2} = -\,2\,a\,\frac{\pi^2}{l^2}\sin\frac{\pi}{l}\,\frac{\mu}{l}\,\sin\left(\frac{\pi}{l}\,x + \frac{\pi}{2}\,\frac{\mu}{l}\right)$$

bei jedem (hier einzig möglichen) positiven Werthe von x stets negativ.

Es wird demnach für den Fall $\mu < \frac{1}{2}\,l$, die Zeit des Eintrittes des Wendepunktes

$$T_w = \frac{\mu}{v} \quad \ldots\ldots\ 32)$$

sein, und weil auch hier

$$T_m = \frac{l + \mu}{2\,v},$$

so ist

$$\frac{T_w}{\frac{1}{2}\,T_m} = \frac{4\,\mu}{l + \mu} \quad \ldots\ldots\ 33)$$

Aus dieser Gleichung, so wie aus der Zusammenstellung der betreffenden Werthe in der sechsten Reihe der obigen Tabelle ist ersichtlich, dass mit abnehmendem μ auch der Werth

derselben der Art fort abnimmt, dass bis $\mu = \frac{1}{3}\, l$ die Zeit bis zum Eintritt des Wendepunktes länger ist als die halbe Zeit bis zum Eintritt des Zuckungsmaximums; bei $\mu = \frac{1}{3}\, l$ werden beide Zeiten gleich; nimmt endlich μ noch weiter ab, so geht trotz fortgesetzter Abnahme des Werthes jener Gleichung, der Zeitmoment des Wendepunktes dem Momente der halben Zuckungshöhe mehr und mehr voran. Und ebenso tritt bis auf — $\mu = \frac{1}{3}\, l$ herab der Moment der halben Zuckungshöhe — wohl in abnehmender Weise — noch vor dem Momente des Wendepunktes ein; bei $\mu = \frac{1}{3}\, l$ fallen auch diese zusammen; endlich bei noch weiter abnehmendem μ geht der Moment des Wendepunktes dem Momente der halben Zuckungshöhe voran.

Was die im Momente des Wendepunktes erreichte Zuckungshöhe H_w betrifft, so ergiebt sich diese für die Fälle von $\mu = l$ bis $\mu = \frac{1}{2} l$, aus Gleichung 11a), weil ja im Momente des Wendepunktes die Hälfte jener Hubhöhe erreicht sein muss, welche sich ergeben würde, wenn diese Welle, wie im Falle $\mu > l$, sich vollständig entwickeln könnte; die gesuchte Zuckungshöhe ergiebt sich aber auch aus Gl. 16a, wenn darin $x = o$ und $\mu = \frac{1}{2}\, l$ gesetzt wird, mit:

$$H_w = \frac{\alpha}{\delta} \frac{l}{\pi} \quad \ldots\ldots 34)$$

für die Fälle aber, in denen $\mu < \frac{1}{2}\, l$ ist, und in denen der Wendungspunkt mit dem Momente zusammenfällt, wo das vorangehende Wellenende eben das Schlussende des Muskels erreicht hat, kann die dem Wendepunkte entsprechende Zuckungshöhe nach der allgemeinen Gleichung 3) abgeleitet werden aus

$$Z_w = A^{\square} \left(1 - \cos \pi \frac{\mu}{l}\right)$$
$$= 2\, a^{\square} \sin^2 \left(\frac{\pi}{2} \frac{\mu}{l}\right)$$

wonach die gesuchte Hubhöhe ist:

$$H_w = 2\, \frac{\alpha}{\delta} \cdot \frac{l}{\pi} \cdot \sin^2 \left(\frac{\pi}{2} \frac{\mu}{l}\right) \quad \ldots\ldots 35)$$

Ebenso müssen wir auch die Ableitung der Gleichungen

für die Factoren der Zuckungswelle, bei Benutzung der nun schon bekannten Gleichungen für die Zeit T_m des Zuckungsmaximums und für die Zeit des Eintrittes des Wendepunktes der Zuckungscurve, gesondert für die zwei Hauptfälle von $\mu \gtreqless \frac{1}{2}\, l$ vornehmen.

Von $\mu = l$ bis herab zu $\mu = \frac{1}{2}\, l$ steht zu Folge der Gleichung 31)

$$\frac{T_w}{T_m} = \frac{l}{l + \mu}$$

demnach ist

$$l = \mu \frac{T_w}{T_m - T_w} \; . \; . \; . \; . \; . \; 36)$$

und weil zu Folge der Gleichung 30) auch steht:

$$l = 2\, v\, T_w,$$

so folgt:

$$v = \frac{\mu}{2\,(T_m - T_w)}; \; . \; . \; . \; . \; . \; 34)$$

wonach daraus

$$\frac{l}{v} = T$$

die Schwingungsdauer zu bestimmen ist.

Ist aber $\mu < \frac{1}{2}\, l$ dann steht zufolge Gleichung 33)

$$l = \mu \; \frac{2\, T_m - T_w}{T_w} \; . \; . \; . \; . \; . \; 38)$$

und zu Folge der Gleichung 32)

$$v = \frac{\mu}{T_w} \; . \; . \; . \; . \; . \; 39)$$

Es ist leicht nachzuweisen, dass so wie in dem Falle, wenn $\mu > l$, ebenso auch im umgekehrten Falle, die Zuckungscurve, nach erreichter Maximalhöhe, gegen die Abscissenaxe niedersteigend ebenso verläuft, wie in ihrem aufsteigenden Theile, und dort so wie im letzteren Theile einen Wendepunkt hat, der mit jenem in dem aufsteigenden Theile symmetrisch zu beiden Seiten des Scheitelpunktes der Curve gelagert sein muss. Denn im Falle $\mu > l$, brauchen wir nur in der Gleichung 10) die Zeit t über den Werth T, den sie zur Zeit des erreichten Höhepunktes hatte, noch weiter wachsen zu lassen, so wird die Hubhöhe in derselben Weise wieder abnehmen, wie sie vorhin im aufsteigenden Abschnitt der Curve

mit wachsendem t zugenommen hatte. Dass aber auch im Falle $\mu < l$ das Fallen der Hubhöhen nach erreichtem Maximum in derselben Weise erfolge, wie vor demselben ihr Steigen erfolgte, geht schon aus dem hervor, dass zur Zeit des Maximums der Hubhöhe, der Muskel zu Folge der Gleichung 14a) sich gerade in der Mitte der Zuckungswelle befindet, und sein Heraustreten aus der Welle in derselben Weise erfolgen muss, in welcher er vorhin in dieselbe mehr und mehr hineingerathen war. In die weiteren Ableitungen der Abnahme der Zuckungshöhe brauchen wir uns aber um so weniger hier einzulassen, als sie für uns von keinem weiteren Interesse wären, da wir wissen, dass der Ablauf der Zuckungscurve in ihrer zweiten Hälfte, aus bereits oben besprochenen Gründen, im Versuche eine Störung erleidet.

§. 8.

Uebersicht der Resultate.

Indem wir von der Voraussetzung ausgingen, dass die einfache Schwingung eines Muskelelementes eine Sinusschwingung sei, und weiter noch annahmen, dass bei der einfachen Zuckung die Ausschwingung des Muskelelementes nur nach der einen Seite der Gleichgewichtslage und wieder dahin zurück, nicht aber über diese hinaus auch nach der andern Seite erfolge, konnten wir aus der dieser Schwingung entsprechenden Gleichung 2)

$$y = a \sin \pi \frac{t}{T}$$

eine allgemeine Gleichung für die Hubhöhe im Verlaufe der einfachen Muskelzuckung bis zu ihrem Höhepunkt hinan ableiten, welche uns die zu irgend einem Zeitmomente nach dem Beginn der Zuckung erreichte Hubhöhe, innerhalb der aufsteigenden Strecke angiebt.

Die unter N. 16 d) aufgestellte Gleichung

$$H = \frac{\alpha}{\delta} \frac{l}{\pi} \left\{ \cos\left(\pi \frac{t - t_\mu}{T}\right) - \cos\left(\pi \frac{t}{T}\right) \right\}$$

entspricht allen Fällen, möge die Muskellänge $\mu \gtreqless l$ sein. So lange aber, als das vorangehende Ende der Zuckungswelle das

zweite Muskelende nicht überschritten hat, nimmt jene Gleichung die Form

$$H = \frac{\alpha}{\delta} \frac{l}{\pi} \left(1 - \cos \pi \frac{t}{T}\right) \ldots \text{ Gl. 10)}$$

an.

Aus der Analyse dieser Gleichungen ergab sich, dass die denselben entsprechende Zuckungscurve in allen Fällen einen gleichen Charakter hat; derart dass sie anfangs convex, dann über einen Wendepunkt hinaus concav gegen die Abscissenaxe gebogen sich zu ihrem Höhepunkt erhebt.

Für die Hubhöhe an diesem Punkte erhielten wir für den Fall das $\mu > l$ ist in d. Gl. (10a)

$$H_m = 2 \frac{\alpha}{\delta} \frac{l}{\pi}$$

für den Fall aber dass $\mu < l$ ist in d. Gl. (16b)

$$H_m = 2 \frac{\alpha}{\delta} \frac{l}{\pi} \sin \frac{\pi}{2} \frac{\mu}{l};$$

aus welchen Gleichungen sich auch umgekehrt die Gleichungen für den Verkürzungscoefficienten $\frac{\alpha}{\delta}$ ergaben.

Wir fanden ferner, dass im Falle $\mu > l$ ist, die Zuckungscurve so lange ihre Maximalhöhe nicht verlässt, so lange das vorangehende Ende der Zuckungswelle das zweite Muskelende nicht überschreitet. Von diesem Momente an aber muss die Höhe der Zuckungscurve in derselben Weise wieder abnehmen, in welcher sie vorhin in ihrem aufsteigenden Abschnitte zugenommen hatte.

Und eben so ist der Verlauf der Abnahme der Höhe im absteigenden Theile der Zuckungscurve das verkehrte Spiegelbild der Zunahme derselben im aufsteigenden Theile der Curve auch im Falle dass $\mu < l$ ist. Daher senkt sich die Zuckungscurve von ihrem Höhepunkt aus zuerst concav, dann über einen mit dem vorigen symmetrisch zum Scheitelpunkte gelegenen Wendungspunkt hinaus, convex gegen die Abscissenaxe gebogen, zu dieser herab.

Das Verhältniss zwischen der Hubhöhe zur Zeit des Wendepunktes und der Maximalhubhöhe fanden wir wir ver-

änderlich mit dem Verhältniss $\frac{\mu}{l}$; so das im Falle $\mu < l$ ist, die Hubhöhe am Wendepunkte

$$H_w = \frac{\alpha}{\delta} \frac{l}{\pi} = \frac{1}{2} H_m$$

gleich der halben Maximalhöhe ist; zwischen $\mu < l$ und $\mu > \frac{1}{2} l$, bleibt wohl

$$H_m = \frac{\alpha}{\delta} \cdot \frac{l}{\pi} \quad ,$$

da jedoch von $\mu' < l$ an die Maximalhubhöhe

$$H_m = 2 \frac{\alpha}{\delta} \frac{l}{\pi} \cdot \sin \frac{\pi}{2} \frac{\mu}{l} \text{ ist.}$$

so sieht man, dass der halbe Werth der letzteren hinter der Hubhöhe H_w mit abnehmendem μ bis $\mu = \frac{1}{3} l$ mehr und mehr zurückbleibt. Von da an aber wird nach Gleichung 35)

$$H_w = 2 \frac{\alpha}{\delta} \frac{l}{\pi} \sin^2 \left(\frac{\pi}{2} \frac{\mu}{l} \right);$$

während auch ferner noch H_m nach Gleichung 16b) unverändert bleibt; es nimmt daher mit weiter abnehmendem μ, H_w rascher ab als der halbe Werth vom H_m.

Für den Fall $\mu > l$ konnten wir die Factoren der Zukkungswelle, ohne Rücksicht auf das Schwingungsgesetz der Muskelelemente, unmittelbar aus der Zeit $T_{m/}$ wo die Zuckungscurve ihre Maximalhöhe eben erreicht, und aus der Zeit $T_{m//}$ bestimmen, wo sie — nachdem sie eine Strecke in derselben Höhe verlief, von derselben abzusteigen beginnt. Wir fanden

$$v = \frac{\mu}{T_{m//}} \quad \ldots \text{Gl. 8)}$$

$$l = \mu \frac{T_{m/}}{T_{m//}} \quad \ldots \text{Gl. 9)}$$

Sobald aber $\mu < l$ ist, können jene Factoren nur aus den Gleichungen der Hubhöhen mit Beihilfe der Zeiten des Eintrittes der Maximalhubhöhe einerseits und andererseits der Zeit T_w des Eintritts des Wendepunktes auf der aufsteigenden Hälfte der Zuckungscurve, oder der Zeit T_h der halben Zuckungshöhe andererseits abgeleitet werden. Es muss jedoch auch dabei das

Verhältniss $\frac{\mu}{l}$ berücksichtigt werden, indem dieses Verhältniss auf die Zeit T_m des Eintrittes der Maximalzuckungshöhe wohl weiter ohne Einfluss ist, so dass in allen Fällen von $\mu < l$ auch

$$T_m = \frac{l + \mu}{2 v}$$

verbleibt, die Zeiten T_w und T_h aber dadurch verschiedene Veränderungen erleiden.

Und zwar fanden wir von $\mu > l$ bis $\mu = \frac{1}{2} l$

$$T_w = \frac{l}{2 v} \ldots \text{Gl. 12a)}$$

von $\mu < \frac{1}{2} l$ an aber abwärts

$$T_w = \frac{\mu}{v} \ldots \text{Gl. 32)}$$

und danach:

von $\mu = l$ bis $\mu = \frac{1}{2} l$

$$l = \mu \frac{T_w}{T_m - T_w} \ldots \text{Gl. 36)}$$

für den Fall aber $\mu < \frac{1}{2} l$

$$l = \mu \frac{2 T_m - T_w}{T_w} \ldots \text{Gl. 38)}$$

$$v = \frac{\mu}{T_w} \ldots \text{Gl. 39)}$$

Für T_h, welches so lange $\mu \; l$, gleich $\frac{l}{2 v}$ ist, konnten wir von $\mu = l$ an bis $\mu = \frac{1}{3} l$ nur die Gleichung

$$1 = \cos \left\{ \frac{\pi}{2} \left(1 - \frac{\mu}{l} \right) \right\} + \cos \left\{ \frac{\pi}{2} \frac{T_h}{T_m} \left(1 + \frac{\mu}{l} \right) \right\} \ldots \text{Gl. 28)}$$

aufstellen, aus welcher die dem Verhältniss $\frac{\mu}{l}$ entsprechenden Werthe von $\frac{T_h}{T_m}$ berechnet und in der Tabelle I. zusammengestellt wurden. Für $\mu < \frac{1}{3} l$ endlich ergab sich:

$$T_h = \frac{l + 3 \mu}{6 v} \ldots \text{Gl. 21)}$$

demgemäss ist von $\mu = l$ bis $\mu = \frac{1}{3} l$ der Factor l nur aus jener Gleichung 28) und mit Beihilfe der I. Tab.) zu bestimmen;

wonach denn auch

$$v = \frac{l + \mu}{2\,T_m} \ldots \text{Gl. 17)}$$

gefunden werden kann. Für den Fall endlich, dass $\mu < \frac{1}{3}\,l$, ist:

$$l = \frac{3\,\mu\,(T_m - T_h)}{T_h - T_m} \ldots \text{Gl. 23)}$$

$$v = \frac{\mu}{3T_h - T_m} \ldots \text{Gl. 24)}$$

$$T = 3\,(T_m - T_h) \ldots \text{Gl. 25)}$$

Durch diese Gleichungen ist also die Möglichkeit geboten, bei jedem Verhältniss zwischen Muskellänge und Wellenlänge die Factoren der Welle zu bestimmen aus einer einzigen Zuckungscurve, die ein an einem Ende befestigter, am anderen herabhängenden Ende mit dem Zeichenhebel verbundener, parallelfaseriger Muskel beschreibt, wenn er an seinem oberen Ende durch einen momentanen Reiz erregt wird. Wobei an der Zuckungscurve die Zeiten T_m und T_w oder statt der letzteren die Zeit T_h und am Muskel die Länge seiner freibeweglichen Strecke bestimmt sein müssen. Welche der, dem verschiedenen Verhältniss von $\frac{\mu}{l}$ entsprechenden Formeln aber in einem speciellen Falle anzuwenden seien, ergiebt sich aus dem Verhältniss von $\frac{T_w}{\frac{1}{2}\,T_m}$ oder $\frac{T_h}{\frac{1}{2}\,T_m}$, welches selbst, wie wir wissen und auch aus der Tabelle I. ersehen können, mit dem Verhältniss von $\left(\frac{\mu}{l}\right)\frac{\mu}{l}$ sich derart ändert, dass so wohl $\frac{T_w}{\frac{1}{2}\,T_m}$, als auch $\frac{T_h}{\frac{1}{2}\,T_m}$ nur bei $\mu = \frac{1}{3}\,l$ und dann von $\mu = l$ weiter nach $\mu > l$ gleich 1 ist, sonst aber immer einem bestimmten Bruchwerthe entspricht, der $\gtrless$ als 1 ist. Und falls auch einmal jener Werth sich gleich 1 erweisen sollte, so lässt sich selbst dann entscheiden, ob der Muskel eben gleich $\frac{1}{3}\,l$ oder grösser als l sei, denn im ersteren Falle müsste die Zuckungscurve einen Scheitelpunkt, im zweiten Falle eine mehr oder weniger ausgedehnte, der Abscissenaxe parallel laufende Scheitellinie zeigen.

Nach Bestimmung der Factoren der Contractionswelle

und der Maximalhubhöhe der Zuckungscurve, ist es endlich möglich aus den Gleichungen (10a) resp. (16b) auch den Verkürzungscoëfficienten $\frac{\alpha}{\delta}$ zu bestimmen; ja es kann sogar auch die Schwingungsweite α des Muskelelementes oder der elementaren Muskelquerscheibe, wenn auch nur annäherungsweise eruirt werden, sobald man wenigstens den Mittelwerth ihrer Länge, d. h. ihrer in der Längenrichtung gemessenen Dicke kennt.

Zur Erleichterung der Uebersicht und der Auffindung der bei solchen Bestimmungen zu benützenden Gleichungen, sind dieselben in der Tabelle II. zusammengestellt. In der ersten verticalen Reihe derselben sind nach einander folgend die Momente bezeichnet, auf welche sich die in der betreffenden horizontalen Reihe stehenden Gleichungen beziehen, welche selbst wieder in jeder dieser Reihen den Hauptverhältnissen zwichen Mnskel- und Wellenlänge entsprechend geordnet sind.

Die Bedeutung der dort vorkommenden Buchstaben ist übersichtlich folgende:

μ = Muskellänge.
l = Wellenlänge.
v = Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Zuckungswelle.
T = Schwingungsdauer der Muskelelemente.
α = die Schwingungsweite derselben.
δ = die Länge derselben, gleich der Dicke der elementaren Muskelquerschnitte.
$\frac{\alpha}{\delta}$ = der Verkürzungscoëfficient der Elemente.
H = die Hubhöhe im Verlaufe der Zuckungscurve.
H_m = die Maximalhöhe am Scheitel der Zuckungscurve.
H_w = die Hubhöhe am Wendepunkte der Curve.
T_m = die Zeit vom Beginn der Zuckung bis zur Maximalhubhöhe.
T_{m_I} = die Zeit vom Beginn der Zuckung bis zur eben erreichten Maximalhöhe im Falle $\mu > l$.
$T_{m_{II}}$ = die Zuckung vom Beginn der Zuckung bis zum Momente, wo die Zuckungscurve ihre Maximalhöhe zu verlassen beginnt, im Falle $\mu > l$.

T_w = die Zeit vom Beginn der Zuckung bis zum Momente des Wendepunktes der Curve.

T_h = die Zeit vom Beginn der Zuckung bis zum Momente der halben Höhe des Zuckungsmaximums.

t_μ = die Zeit, in welcher das vorangehende Wellenende um eine der Muskellänge gleiche Strecke sich fortpflanzt.

t = ein vom Beginn der Zuckung an gerechneter, beliebig langer Zeitabschnitt.

(Siehe Tabelle II. auf Seite 564 u. 565.)

Bevor jedoch die mit Hilfe der aufgestellten Gleichungen vorgenommenen Bestimmungen der Wellenfactoren einen Anspruch auf Geltung erheben können, muss vorhergehend durch Versuche die thatsächliche Berechtigung der Grundlage geprüft werden, auf welcher jene Gleichungen selbst abgeleitet wurden; es muss die Berechtigung der Annahme erst festgestellt werden, dass die Schwingungen der Muskelelemente wirkliche Sinusschwingungen seien.

Diese Prüfung bildet den Gegenstand des folgenden Abschnittes.

II. Abschnitt.

Experimentelle Untersuchung der Zuckungscurve.

§. 1.

Aufgabe.

Die Aufgabe, mit welcher dieser Abschnitt sich beschäftigt, besteht zunächst in der Untersuchung, in wiefern die Zuckungscurve, welche ein frei herabhängender, parallelfaseriger Muskel mit dem Zeichenhebel an Myographion beschreibt, wenn derselbe am oberen, befestigten Ende durch einen momentanen elektrischen Reiz erregt wird, mit jener Curve übereinstimmt, welche aus der, unter (16d) im I. Abschnitt für den Verlauf der Zuckungscurve aufgestellten Gleichung sich ergiebt, wenn in derselben jene Werthe eingetragen werden, welche theils — wie die Muskellänge — durch unmittelbare Messung, theils mittelbar mit Hilfe der betreffenden Gleichungen für die Fac-

toren der Contractionswelle und den Verkürzungscoëfffcienten mit Bezug auf eben dieselbe Zuckungscurve gefunden wurden. Denn indem letztere Gleichungen auf Grundlage derselben Annahme, dass nämlich die den Muskelelementen eigenthümliche Schwingungsweise eine sog. Sinusschwingung in bereits früher begrenztem Sinne sei, abgeleitet wurden, wie die allgemeine Gleichung für den Verlauf der Zuckungscurve, so kann eine Ueberstimmung zwischen den vom Muskel wirklich beschriebenen und der aus jener Gleichung berechneten Zuckungscurve, nur dann erwartet werden, wenn die vorausgesetzte Schwingungsweise der thatsächlichen entspricht. Eine Uebereinstimmung zwischen den beiden Zuckungscurven würde dann aber nicht nur ein Beweis für die vorausgesetzte Schwingungsweise sein, sondern zugleich beweisen, dass auch die andern Gleichungen zur Bestimmung der Factoren der Zuckungswelle brauchbar und verlässlich sind.

Diese Prüfung setzt also unbedingt voraus, dass die am Myographion erhaltene Zuckungscurve wenigstens in ihrem aufsteigenden Abschnitte, ein treues, wenn auch in vergrössertem Maassstabe gezeichnetes, jedoch keineswegs, zufolge von Eigenthümlichkeiten in der Construction des Apparates, ein verzerrtes Abbild des natürlichen Ablaufes der Zuckung sei, oder aber von diesem nur in so weit abweichen dürfe, als verlässliche Anhaltspunkte sonst am Apparate gegeben sind, um durch entsprechende Correctionen die gezeichnete Zuckungscurve durch Rechnung berichtigen zu können.

An der solchen Erfordernissen genügenden Curve sind alsdann vor Allem, vom Anfange derselben an, in aufeinander folgenden kurzen Absätzen entlang der Zeitabscisse, die denselben coordinirten Ordinatenhöhen auf der aufsteigenden Curvenhälfte, bis zur letzten, der Maximalhubhöhe entsprechenden Ordinate, sammt der zu dieser gehörigen Zeitabscisse genau auszumessen. Ebenso muss die Zeitabscisse der halben Maximalhöhe bestimmt werden. Aus dem hierauf berechneten Verhältniss $\frac{T_w}{\frac{1}{2} T_m}$ oder $\frac{T_h}{\frac{1}{2} T_m}$ erfährt man, welche der Gleichungen für die Bestimmung der Factoren der Correctionswelle man

II. Tabelle.

$\frac{\mu}{l}$	$\mu > l$	Von $\mu = l$ bis $\mu = \frac{1}{2} l$	Von $\mu = \frac{1}{2} l$ bis $\mu = \frac{1}{3} l$	$\mu < \frac{1}{3} l$
ie Hubhöhe H im Ver-aufe der Zuckungscurve	(Gl. 10.) $H = \frac{\alpha}{\delta} \frac{l}{\pi}\left(1 - \cos(\pi \frac{t}{T})\right)$	(Gl. 16d.) $H = \frac{\alpha}{\delta} \frac{l}{\pi}\left\{\cos(\pi \frac{t-t_\mu}{T}) \cos(\pi \frac{t}{T})\right\}$	dieselbe	dieselbe
Die Maximalhubhöhe H_m	(Gl. 10a.) $H_m = 2 \frac{\alpha}{\delta} \cdot \frac{l}{\pi}$	(Gl. 16b.) $H_m = 2 \frac{\alpha}{\delta} \frac{l}{\pi} \cdot \sin \frac{\pi}{2} \frac{\mu}{l}$	dieselbe	dieselbe
Der Verkürzungs-coefficient $\left(\frac{\alpha}{\delta}\right)$	(Gl. 10b) $\frac{\alpha}{\delta} = \frac{H_m}{2 \frac{l}{\pi}}$	(Gl. 16c.) $\frac{\alpha}{\delta} = \frac{H_m}{2 \frac{l}{\pi} . \sin \frac{\pi}{2} \frac{\mu}{l}}$	dieselbe	dieselbe
Die Zeit T_m der Maximalhubhöhe	$T_{m_I} = T$ . . . (Gl. 7.) $T_{m_{II}} = \frac{\mu}{v}$ Die aus beiden abgeleiteten Factoren der Welle $v = \frac{\mu}{T_{m_{II}}}$. (Gl. 8.) $l = \mu \frac{T_{m_I}}{T_{m_{II}}}$ . . (Gl. 9.)	$T_m = \frac{l + \mu}{2 v}$	dieselbe	dieselbe

Die Zeit T_w des Wendepunktes	$T_w = \frac{l}{2v}$ . . (Gl. 12a.)	dieselbe nach (Gl. 30.)	$T_w = \frac{\mu}{v}$ . . . (Gl. 32.)	dieselbe
Die Hubhöhe H_w zur Zeit des Wendepunktes	(Gl. 11 a.) $H_w = \frac{1}{2} H_m \frac{\alpha}{\delta} \frac{l}{\pi}$	dieselbe nach (Gl. 34.)	(Gl. 35.) $H_w = 2 \frac{\alpha}{\delta} \frac{l}{\pi} . \sin^2 \left(\frac{\pi}{2} \frac{\mu}{l} \right)$	dieselbe
$\frac{T_w}{\frac{1}{2} T_m}$	$\frac{T_w}{\frac{1}{2} T_m} = 1$	$\frac{T_w}{\frac{1}{2} T_m} = \frac{2l}{l + \mu}$ . . . (Gl. 31.)	$\frac{T_w}{\frac{1}{2} T_m} = \frac{4 \mu}{l + \mu}$ . . . (Gl. 33.	dieselbe
Die Factoren der Zuckungswelle abgeleitet aus T_m und T_w	—	$l = \mu \frac{T_w}{T_m - T_w}$ . . . (Gl. 36.) $v = \frac{\mu}{2 (T_m - T_w)}$ . . . (Gl. 37.)	$l = \mu \frac{2 T_m - T_w}{T_w}$. (Gl. 38.) $v = \frac{\mu}{T_w}$ . . . (Gl. 39.)	dieselbe
Die Zeit T_h der halben Zuckungshöhe	$T_h = \frac{l}{2v}$	(Gl. 28.) $1 = \cos\left\{\frac{\pi}{2}\left(1 - \frac{\mu}{l}\right)\right\} + \cos\left\{\frac{\pi}{2} \frac{T_h}{T_m}\left(1 + \frac{\mu}{l}\right)\right\}$	dieselbe	$T_h = \frac{l + 3 \mu}{6 v}$ . . . (Gl. 21.)
$\frac{T_h}{\frac{1}{2} T_m}$	$\frac{T_h}{\frac{1}{2} T_m} = 1$	Aus der vorigen Gl. 28) u. d. I. Tabelle	ebenso	$\frac{T_h}{\frac{1}{2} T_m} = \frac{2 (l + 3 \mu)}{3 (l + \mu)}$. (Gl. 26.)
Die Factoren der Zuckungswelle abgeleitet aus T_m und T_h	—	l aus Gl. 28 u. Tab. I $v = \frac{l + \mu}{2 T_m}$ . . . (Gl. 17.) $T = \frac{l}{v}$	ebenso	$l = \frac{3 \mu (T_m - T_h)}{3 T_h - T_m}$. (Gl. 23.) $v = \frac{\mu}{3 T_h - T_m}$ . . . (Gl. 24.) $T = 3 (T_m - T_h)$ . . (Gl. 25.)

anzuwenden hat; wobei man vorher noch die frei contrahirbare Muskelstrecke ausgemessen haben muss. Sind dann jene Factoren bestimmt worden, so hat man endlich noch den Verkürzungscoëfficienten $\frac{\alpha}{\delta}$ aus der gefundenen Maximalhubhöhe und Wellenlänge, nach der Formel der Gleichung (16b) resp. d. Gl. (16c), so wie die Zeit, in welcher das vorangehende Wellenende bei der gefundenen Fortpflanzungsgeschwindigkeit die gemessene Länge der freien Muskelstrecke durchläuft, nach der Formel $t_u = \frac{\mu}{v}$ zu berechnen.

Indem man dann diese, nöthigen Falles durch angebrachte Correctionen berichtigten Werthe in die Gleichung der Zuckungscurve einstellt, und für die Zeit t darin die gleichen steigenden Werthe einsetzt, welche den, zu den ausgemessenen Ordinatenhöhen gehörigen Zeitabscissen entsprechen, erlangt man die durch Rechnung zu bestimmende Zuckungscurve. Bei dieser Berechnung ist, so lange $t < t_u$ ist, die Formel der Gleichung 10)

$$H = \frac{\alpha}{\delta} \frac{l}{\pi} \left(1 - \cos \pi \frac{t}{T}\right)$$

zu gebrauchen, und erst nachdem $t > t_\mu$ geworden ist, kommt die Formel der Gleichung 16d)

$$H = \frac{\alpha}{\delta} \frac{l}{\pi} \left[\cos\left(\pi \frac{t - t_\mu}{T}\right) - \cos\left(\pi \frac{t}{T}\right)\right]$$

zur Anwendung. Um die zu dieser Berechnung erforderlichen Data in richtiger Weise zu erhalten, wurde folgende Versuchsmethode angewendet.

§. 2.

Versuchsmethode.

Die Versuchsmethode ist vor allem auf einen Apparat angewiesen, der jenem unbedingten Erfordernisse vollkommen zu genügen im Stande ist, dass die von ihm gelieferte Zuckungscurve entweder ein ganz getreues, wenn auch nach vergrössertem Maassstabe gezeichnetes Abbild des natürlichen Verlaufes der Zuckung sei, oder falls sie davon abweichend wäre, doch

solche sicher und leicht zu berücksichtigende Anhaltspunkte gegeben seien, mit Hülfe deren man durch angebrachte Correctionen in der Berechnung der Curvencoordinaten letztere richtig stellen könne.

Diesem Erfordernisse kann aber unter allen den Apparaten von verschiedener Constructionsweise, welche seit der in der Nerven- und Muskelphysiologie Epoche machenden Erfindung des ersten Myographions durch Helmholtz, bisher in Anwendung gezogen wurden, für jetzt wenigstens wohl am besten ein Fall-Myographion entsprechen. Ich wage diesen Ausspruch um so zuversichtlicher, als ich mich auf ein Urtheil von vielwiegender Bedeutung berufen kann. Hr. du Bois-Reymond ist es, der in der Beschreibung seines Federmyographions[1]) neben dem durch höhere mechanische Vollkommenheit bevorzugten Pendelmyographion das Fall-Myographion vermöge seiner fast unverzerrten Bilder zu jener Classe von Myographien zählt, welchen die Zukunft gehört. Weil, während diese eine grosse Anzahl von Versuchen in kurzer Frist anzustellen erlauben, sie andererseits von jenen Uebelständen frei sind, welche den rotirenden Myographien als principielle Fehler anhaften, wie: dass bei diesen der Stift erst kurz von der Zuckung der Zeichenfläche angelegt werden dürfe, was verwickelte Vorkehrungen fordert; dass zwischen je zwei Versuchen zu viel Zeit vergeht; dass es zu schwer ist, sowohl den Zeitpunkt zu erkennen, wo die gewünschte Geschwindigkeit zu bestimmen, die im Augenblicke des Versuches wirklich herrschte; endlich, dass sich die Myogramme bei grösseren Geschwindigkeiten, wo sie mehr als einen Cylinderumfang einnehmen, in einer Art verwirren, die störend bei Demonstrationen und lästig auch bei Untersuchungen ist.

Wenn aber andererseits jenen ersterwähnten Myographien der Vorwurf gemacht wird, dass sie durch dass gestattete Pro-

---

1) Fortgesetzte Beschreibung neuer Vorrichtungen zu Zwecken der allgemeinen Nerven- und Muskelpyhsik. In Poggendorff's Annalen d. Physik u. Chemie. Jubelband. S. 598.

jiciren der Original-Myogramme mittelst der magischen Laterne noch keinen Ersatz dafür gewähren, dass ihre berusste Zeichenfläche nicht zugleich gestattet, die Myogramme abzuklatschen; so kann dies, denke ich, nur so lange als ein Uebelstand angesehen werden, als jene Zeichenfläche aus dem Apparat nicht mit Leichtigkeit herausnehmbar ist und ihrer Form und zu grossen Dimensionen wegen in einen entsprechend construirten Messrahmen nicht eingesetzt werden kann, wo die Ausmessung der Zuckungscurve unter einem Mikroskop unmittelbar ausführbar wäre. Nichts hindert jedoch wenigstens bei den Fallmyographien Platten solcher Form und Grösse anzuwenden, welche leicht auslösbar sind und die gestatten, die auf ihrer berussten Fläche gezeichneten Curven unter dem Mikroskop, dessen Beleuchtungsspiegel mittels durchfallenden Lichtes die Zeichnung aufs schärfste erhellt, einer um so genaueren Messung zu unterziehen, als bei einem solchen Vorgehen die Unregelmässigkeit der Ränder und der Breite der in der Russschichte gezeichneten Striche die Genauigkeit der Messung nicht mehr stören können; denn falls man nur einen mit feiner Spitze versehenen Zeichenstift aus Stahl angewendet hat, wird man immer dessen Spur als fein und scharf ausgeprägte Linie innerhalb des breiten Streifens des weggefegten Russes verfolgen können.

Dass man aber Platten von so unbequemer Länge beim Fall-Myographion gebrauchen müsse, wie sie erforderlich wären, wenn der Zeichenstift die Platte fortwährend auch dann berühren müsste, während sie zur Gewinnung der erforderlichen Geschwindigkeit den nöthigen Fallraum durcheilt, liegt um so weniger ein zwingender Grund vor, als man bei guter Construction des Apparates ohne das geringste Wagniss die heranrollende Platte mit ihrem abgeschrägten Rande den Stift treffen lassen kann, der in einer sicheren Führung am Hebelende, durch eine Feder stets bis zu der ihm gewährten Grenze vorgeschoben erhalten wird. Nicht nur leidet die Spitze des Stiftes darunter nicht im Geringsten, sondern sie erleidet bei richtiger Handhabung des Apparates auch keine störende Lageänderung; denn wiederholt konnte ich mich an dem von mir

gebrauchten Fallmyographion überzeugen, dass wenn ich mehrmals nacheinander die Zeichenplatte vor dem ruhenden Stifte emporrollen liess, die gezeichneten geraden Linien so genau auf einander fielen, dass mit freiem Auge keine Abweichung, und unter dem Mikroskop kaum eine unbedeutende, aber selbst diese nicht immer wahrnehmbar war.

Dass endlich auf einer Strecke von mehr als 120 Mm., welche die gewöhnliche Länge der Zuckungscurve bei der von mir in den folgenden Versuchen angewandten Geschwindigkeit von 0·664 Meter in der Secunde nicht erreicht, die Geschwindigkeit der Platte unverändert bleibt, konnte ich mich durch Prüfung mittels Koenig'scher Stimmgabeln in zuverlässiger Weise überzeugen.

Auch ist die eben erwähnte Geschwindigkeit keineswegs die äusserste Grenze der erreichbaren; sie kann leicht durch grösseres Uebergewicht auf 0·9 bis 1·0 Meter in der Secunde und sie könnte durch Verlängerung der Fallhöhe und noch weitere Vergrösserung des Uebergewichtes auch höher gesteigert werden, und es wäre auch die Erschütterung am Ende der Bahn durch passend angebrachte Stossfedern noch immer zu vermeiden. Aber es liegt kein Grund vor auch nur über jene sehr mässige Geschwindigkeit hinauszugehen, da, wie Hr. du Bois-Reymond[1]) überzeugend nachgewiesen hat, bei der jetzigen Einrichtung (der Zeichenvorrichtungen) schon eine Geschwindigkeit von etwa 500 Mm. genügt, und durch eine weitere Steigerung kein Vortheil erreicht wird.

Nach alledem also ist es vielleicht zulässig, neben dem Vorzug fast unverzerrter Bilder, welchen Hr. du Bois-Reymond in anerkennender Weise dem Fallmyographion einräumt, demselben auch noch die Fähigkeit zuzusprechen, dass es, mit Verständniss und Geschick ausgeführt, selbst die höhere mechanische Vollkommenheit des Pendelmyographions erreichen könne.

Wie immer aber auch aus der Natur der Sache folgend, die Bedingungen einer Vollkommenheit des Mechanismus bei

1) A. a. O. S. 604.

dem Fallmyographion schwieriger zu erfüllen sein mögen als beim Pendelmyographion, so ist doch so viel sicher, dass eine vollkommen hinreichende Ganggenauigkeit auch bei jenem erreichbar ist; die Treue der Bilder aber, die es unter dieser Bedingung liefert, und die nur insofern etwas verzerrt sind, als dies die Uebertragungsweise der Bewegung vom Muskel auf den Zeichenhebel, keineswegs aber ein störendes Vorwärtsschreiten der Zeichenfläche mit sich bringt, macht das Fallmyographion wenigstens zu Untersuchungen, wie die hier vorliegenden, vor allen andern geeignet. Denn während bei diesem Apparate die allenfalls nöthigen Correctionen an den Curvencoordinaten, sobald man die Verhältnisse kennt, unter welchen der Muskel seine Bewegung auf den Zeichenhebel überträgt, leicht ausführbar sind, werden dieselben viel complicirter beim Pendelmyographion, weil bei diesem auf die Gestaltung der Curve ausser der Zeichenvorrichtung wesentlich noch die im Verlaufe der Schwingung sich fortändernde Geschwindigkeit der Zeichenfläche einfliesst. Rotirende Myographien aber eignen sich, auch abgesehen von den bereits von maassgebender Seite hervorgehobenen Uebelständen, desshalb nicht, weil ein noch so gelungener Abklatsch eines Myogrammes jene bequeme, sichere und leichte Ausführung der Coordinatenmessung nicht zulässt, wie eine in einen passenden Messrahmen einschiebbare Glasplatte, auf welcher das Myogramm bei Beleuchtung mit durchfallendem Lichte unter dem Mikroskop der Messung unmittelbar kann unterzogen werden.

Auch das Myographion von Hrn. Marey ist, sofern es als Schreibfläche eine rotirende Trommel benützt, mit den allgemeinen Uebelständen der rotirenden Myographien behaftet, und seine, wegen zu kleiner Geschwindigkeit der Rotation, zu wenig entwickelten Myogramme erlauben an ihrem Abklatsch um so schwieriger eine zureichend genaue Bestimmung der Curvencoordinaten, je schwieriger es bei diesem Apparate ist, die Abscissenlinie der Curve genau in der Fortsetzung der, dem Curvenbeginn unmittelbar vorhergehenden, geraden Strecke vor oder nach dem Myogramm zu führen.

Sofern aber diesem Myographion in dem Baue seines

Zeichenhebels der Vorzug vor andern Apparaten nachgerühmt wird, dass weil der Hebel zu Folge seiner sehr geringen Masse auch nur ein verschwindend kleines Trägheitsmoment besitzt, derselbe selbst bei grösserer Geschwindigkeit nur wenig lebendige Kraft erlangen kann, die rasch schon durch kleine Widerstände überwunden, den Hebel zu keiner selbstständigen Bewegung befähigt; so kommt wohl dem gegenüber zu bedenken, dass die Leichtigkeit des Hebels an und für sich denselben vor einer Schleuderung noch nicht verwahren kann. Denn die lebendige Kraft, welche der Hebel erlangt, muss stets der ihm mitgetheilten gleich sein, welcher entsprechend aber die Geschwindigkeit, welche demzufolge der Hebel erreicht, um so grösser sein wird, je geringer seine Masse ist; auch wird schon eine kleine lebendige Kraft, welche einem schweren Hebel gegenüber noch nicht vermögend genug gewesen wäre, genügen, dem leichteren Hebel eine grosse Geschwindigkeit zu ertheilen, bei welcher seine lebendige Kraft ebenso wie sonst die eines schweren Hebels auch nicht so leicht und rasch würde aufgezehrt werden. Es kommt darum bei beiderlei Hebeln überhaupt vorzüglich darauf an, wie die dem Hebel ertheilten Kraftimpulse beschaffen sind und wie demselben ein gewisser Theil der ihm ertheilten lebendigen Kraft wieder rasch genug entzogen wird. Gemäss der dem Myographionhebel gestellten Aufgabe, den jeweiligen Standpunkt des mit ihm in Verbindung stehenden Muskelendes im Verlaufe der Zuckung stets getreu anzuzeigen, soll derselbe an seinem Angriffspunkte mit gleicher Geschwindigkeit wie das Muskelende emporsteigen, also in gleichen Zeiten ebenso lange Wegstrecken zurücklegen, wie jenes Ende selbst. Demgemäss benöthigt der Hebel einen Theil der ihm ertheilten lebendigen Kraft zu seiner eigenen Erhebung, während welcher er jenen Theil der Kraft in Spannkraft umsetzt, und es braucht also nur noch derjenige Rest von lebendiger Kraft dem Hebel entzogen zu werden, der aus der im nächstvorangehenden Zeitmomente ihm ertheilten gesammten lebendigen Kraft ihm noch allenfalls verblieben ist, nachdem er schon die vom Muskelende erreichte Höhe selbst erstiegen hat, und der ihm noch eine Geschwindigkeit übrig lässt, mit

welcher er über den erreichten Punkt hinaus selbständig noch weiter würde gefördert werden. Die Grösse des dem Hebel in jedem einzelnen Zeitmomente übrig bleibenden Kraftrestes hängt aber, wie leicht begreiflich, ebenso gut von der Grösse der ihm in dem vorangehenden Momente ertheilten Gesammtkraft ab, wie auch von der Grösse der Wegstrecke, welche in dem betreffenden Momente das Muskelende zurückgelegt hat, und die der Hebel in derselben Zeitfrist mit Verwendung der übernommenen Kraft zurückzulegen hat. Von der Grösse dieser zwei Momente hängt es also auch überhaupt ab, ob dem Hebel in irgend einem Zeitmomente noch ein Kraftrest verblieben ist, oder ob nicht schon die ganze Kraft aufgezehrt ist, ehe er noch die erforderliche Wegstrecke zurückgelegt hat. Im ersteren Falle würde er dem Muskel voran eilen, im letzteren aber würde er als Widerstand die Geschwindigkeit des letzteren abermals verkleinern.

Da wir die Gesetze, nach welchen im Verlaufe der Zuckung einerseits die Geschwindigkeit sich ändert, mit welcher das bewegliche Muskelende sich erhebt, andererseits die lebendige Kraft, welche der Muskel nach aussen entwickelt, erst im weiteren Verlaufe werden kennen lernen; so können wir uns hier in die Erörterung, inwiefern die Bewegung des Muskels in Folge der etwaigen selbständigen Bewegung des Hebels im Verlaufe der Zuckung eine Störung erleidet und die Bewegung beider Körper zeitweise von einander abweicht, nicht näher einlassen; können jedoch schon jetzt bemerken, dass obwohl die Bewegungsgesetze des zuckenden Muskels und die für die Bewegung des Hebels geltenden Fallgesetze nicht mit einander übereinstimmen, dennoch eine namhafte Störung im Gange des Hebels hieraus aus dem Grunde nicht erwachsen kann, weil ja die lebendige Kraft von Seiten des Muskels nicht in einzelnen Stössen oder in auf gewisse Zeitmomente beschränkten und entsprechend verstärkten Kraftantheilen, sondern allmälig und ununterbrochen im Verlaufe (einer gewissen Periode) der Zuckung auf den Hebel übertragen wird, und weil letzterer aus diesem Antheile zu seiner eigenen Beförderung einen um so namhafteren Betrag verbraucht, denselben in Spannkraft umsetzend,

je grösser seine eigene Masse ist. Eben darum aber ist auch im Allgemeinen eine Ungenauigkeit der Bewegung bei einem leichteren Hebel noch in einem auffälligeren Grade zu gewärtigen, als bei einem schwereren; wie dies auch jene secundären Schwankungen an den Zuckungscurven beweisen, welche mittels nach Art der Marey'schen gebauter, sehr leichter Hebel gezeichnet worden waren.

So weit es aber immerhin doch für zweckmässig erscheinen sollte, dafür besonders zu sorgen, dass dem Hebel der ihm möglicherweise verbliebene, überflüssige Rest von lebendiger Kraft — der, sofern der Muskel belastet ist, jedenfalls nur gering sein kann — stets bei Zeiten entzogen werde, so dürfte dies, statt des Marey'schen Verfahrens, durch eine an dem entgegengesetzten Hebelarme angebrachte Gegenfeder zu bewerkstelligen, deren Widerstand sich im Verlaufe der Zuckung in unberechenbarer Weise fortwährend ändert, zweckmässiger entweder in der Weise erreicht werden können, dass man wie Hr. Fick[1]) den Faden, an welchem die Last hängt, um die Axe des Hebels herumwickelt und diese dadurch, dass sie an ihr Lager fester angedrückt wird, mit mehr Reibung beweglich sein lässt, oder aber indem man die Axe des Hebels noch mit einer kleinen Scheibe versehen würde, auf deren Fläche man durch eine elastische Feder einen regulirbaren, während der Zuckung aber doch mehr constant bleibenden Druck ausüben liesse.

Was endlich das Federmyographion anbelangt, so kann dasselbe trotz seiner vorzüglichen Eignung für die Sphäre von Versuchen, welche ihm von seinem genialen Erfinder selbst angewiesen wurde, schon wegen seiner inconstanten Geschwindigkeit, die ja nach der Stärke der angewandten Feder im Verhältniss von 1:0·87 bis 1:0·58 und tiefer noch von dem Maximum herabsinkt, bei Untersuchungen nicht angewendet werden, die vor Allem auf eine unverzerrte Zuckungscurve an-

1) Ueber die Aenderung der Elasticität des Muskels während der Zuckung. Pflüger's Archiv f. d. g. Physiologie. IV. Jahrgang. 6—7. Heft.

gewiesen sind, die aber selbst wieder nur bei möglichst constant verbleibender Geschwindigkeit der Zeichenfläche erhalten werden kann.

Das von mir bei diesen Versuchen gebrauchte Fallmyographion ist nach demselben Princip der Atwood'schen Fallmaschine ausgeführt, wie das zuerst von E. Harless construirte[1]). Da ich von meinem Apparat bereits eine ausführliche Beschreibung veröffentlicht habe[2]), auf welche ich mit dem Wunsche hinweise, es möchte der billige Fachmann beurtheilen, inwiefern ein wieder hervorgesuchter Apparat auch ein brauchbarer geworden ist, beschränke ich mich hier blos auf eine gedrängte Skizze der wesentlichen Einrichtung meines Apparates.

Als Schreibfläche dienen Platten von 24 Cm. Länge und 5 Cm. Breite, aus circa 3·5 Mm. starkem Spiegelglas, deren beide Endränder schräg abgeschliffen sind. Jede Platte ist genau abgewogen und numerirt. Zu jeder gehört ein mit feinem Schrot entsprechend gefülltes Glasröhrchen, welches das Gewicht der betreffenden Glastafel zu dem Allen gemeinsamen Normalgewicht ergänzt. So können diese Platten mit dem zugehörigen Röhrchen gegen einander vertauscht werden, indem sie sich auf leichte Weise in einem Gestell vertical befestigen lassen, welches auf der breiten, vertical aufgestellten, einzigen Führungsschiene des Apparates mit vier Rollen läuft. Ich hatte die Axenlager dieser Rollen möglichst genau einstellbar gemacht, so dass das Rollengestell ohne störende Reibung auf den Kanten der Führungsschiene beweglich war. Selbst bei dem geringen Spielraum jedoch, der zwischen den Rollen und den Schienenkanten gelassen werden musste, behielten die, bei ruhendem Zeichenstift, nach einander in derselben Einstellung gezogenen Abscissenlinien, nicht so vollkommen dieselbe Spur inne, dass daraus bei der sonst möglichen scharfen Beobachtungsweise nicht Schwierigkeiten in der Erkennung des An-

---

1) Abhandlungen d. k. Bayrischen Akademie der Wissenschaften. II. Cl. Bd. IX. Abth. II. München 1862. S. 361.

2) Carl's Repertorium für Experimental-Physik und physikalische Technik. Bd. IX. Heft V. S. 313 mit Tafel XXIII—XXV.

fanges der Zuckungscurve in manchen Fällen erwachsen wären. Ich habe deshalb seit der ersten Veröffentlichung meines Apparates am Rollengestell folgende Abänderung getroffen. Durch Anbringen eines Laufgewichtes an der einen Seite des Rollengestells verlegte ich den Schwerpunkt desselben aus seiner Mittellinie näher der einen Seite, an welcher die Rollen, bei in entsprechender Lage fest eingestellt bleibenden Axenlagern, stets ohne Spielraum in Berührung mit den Schienenkanten zu verbleiben haben. Die Lager der Rollenaxen auf der anderen Seite des Gestells machte ich dagegen derart beweglich, dass unter einem auf sie von Federn ausgeübten, sehr mässigen Drucke die Rollen auch auf dieser Seite ohne Spielraum in steter Berührung mit den Kanten verbleiben, ohne dass dadurch die Gleichförmigkeit der Geschwindigkeit des Rollengestelles innerhalb der zur Verwendung kommenden Wegstrecke, wie ich mich in Versuchen mit König'scher Stimmgabel überzeugt habe, auch nur im Geringsten leiden würde. Nun behalten auch die, von dem in unveränderter Einstellung verbleibenden Zeichenstift nach einander gezeichneten Abscissenlinien so gut dieselbe Spur unverändert bei, dass nur selten eine unbedeutende Abweichung unter dem Mikroskop erkennbar ist.

Vom Rollengestell ist eine Schnur über die am Kopfende des Apparates befindliche Rolle zu dem cylinderförmigen Gegengewicht geleitet; als Uebergewicht dient eine ebenfalls cylindrische Schale von gleichem Durchmesser mit dem Gegengewicht. In der Mitte der Höhlung jenes Uebergewichtes ist ein kurzes an beiden Enden offenes Rohr angebracht, durch welches die Schnur ohne Berührung zum Gegengewichte gelangt. Dieses kann durch Oeffnung eines am Stative des Apparates in passender Höhe angebrachten, starken, messingenen Ringes frei hindurchpassiren, während das Uebergewicht vermöge seines vom oberen Rande hervortretenden Saumes daran zurückgehalten wird. Durch Bleiringe, die in die Uebergewichtsschale gelegt werden, kann die Geschwindigkeit des Rollengestells gesteigert werden.

Das auf den Auffangring auffallende Uebergewicht löst in

demselben Moment auch eine Hebelvorrichtung aus, die dazu dient, entweder einen bis dahin bestandenen Strom durch Contactunterbrechung plötzlich zu öffnen, oder einen Strom zu schliessen. Ich hatte ursprünglich diese Vorrichtung derjenigen am Harless'schen Myographion nachgebildet, fand aber nachträglich, dass dieselbe mit einem principiellen Fehler behaftet ist, in sofern als federnde Contactarme angewendet waren, mit deren wechselnder Spannung auch der Moment der Stromunterbrechung wechseln musste. Ich habe sie darum durch nicht federnde Arme ersetzt, dagegen jenen kurzen Hebelarm federnd gemacht, der gemeinschaftlich mit den Contactarmen von derselben drehbaren Messingwalze ausgehend, mit dem freien Ende an einen zweiten Kniehebel angestemmt werden kann, durch welchen beim Auffallen des Uebergewichtes die Auslösung der ganzen Vorrichtung vermittelt wird. Bei Oeffnungsinductionsschlägen, wie ich sie bei den vorzuführenden Untersuchungen durchgehends angewendet habe, findet daher die Unterbrechung des primären Stromes stets im gleichen Intervall nach dem Auffallen des Uebergewichtes statt.

Das bis an das untere Ende der Führungsschiene herabgezogene Rollengestell wird daselbst durch einen Arretirungshebel festgehalten. Durch auf diesen ausgeübten Druck wird jenes frei, steigt mit zunehmender Geschwindigkeit bis zu der Stelle, wo das Uebergewicht an dem Auffangring zurückbleibt, von da an aber mit gleichförmig verbleibender nach aufwärts, und indem das Gestell kurz vor dem oberen Ende seiner Bahn mit einem, gegen die Führungsschiene hervorragenden Zahn sich zwischen zwei an der letzteren angebrachte Federbacken hineindrängt, büsst es rasch und ohne Erschütterung seine Geschwindigkeit ein, während zu gleicher Zeit das herabgesunkene Gegengewicht von einem inwendig gepolsterten Kelch aufgefangen wird.

Die Gleichförmigkeit der Geschwindigkeit innerhalb der Bahnstrecke, auf welcher die Zuckungscurve sich abzeichnet, wurde wiederholt mittels genauer Stimmgabeln geprüft. Bei den gegenwärtigen Untersuchungen hatte ich, wie schon vorhin

bemerkt wurde, eine Geschwindigkeit von 0·6648 Meter in der Sekunde angewendet.

Betreffs der Schreibvorrichtung muss ich hervorheben, dass die Uebertragung der Bewegung vom Muskel auf den Zeichenhebel bei meinem Apparat von der gewöhnlich üblichen Weise abweicht. Das Stativ dieser Vorrichtung erlaubt die Axe des Zeichenhebels genau vertical auf die Zeichenfläche einzustellen. Der, so weit es die sichere Ausschliessung einer Federung gestattet, leicht in der Ruhelage vertical stehende Zeichenhebel besteht unterhalb der Axe aus einem runden Stab, auf welchen, falls es nöthig wäre, als Gegengewicht gegen den oberen Hebelarm ein Laufgewicht aufgeschoben werden kann. Der letztere, durch eine gefensterte Platte gebildete Arm hat an seinem oberen Ende eine horizontale Bohrung, in welcher ein genau passender, mit feiner Spitze versehener Zeichenstift, unter dem schwachen Gegendrucke einer am Hebelrücken angebrachten Feder, leicht verschiebbar ist. Auf derselben Axe mit dem Hebel befindet sich auch eine ebenfalls gefensterte Rolle befestigt, welche mit Schnurlauf versehen, in der Strecke eines Quadranten den mit Einschaltung eines Zwischenstäbchens vom Muskel ausgehenden, nicht dehnsamen Faden aufnimmt. An dem Punkte der Hohlkehle, welcher in der Ruhelage am tiefsten steht, ist der Faden an die Rolle festgeklemmt; sodann horizontal zu einer kleinen Rolle geleitet, trägt er am herabhängenden Ende die für die Belastungsgewichte bestimmte Schale. Wird somit das Muskelende des Fadens bis auf eine gewisse Höhe gehoben, so rollt sich der Faden in der Hohlkehle der grösseren Rolle der Art ab, dass letztere um eine jener Höhe gleiche Bogenlänge sich um ihre Axe dreht, während zugleich mit ihr der Schreibhebel eine Drehung von gleichem Bogenwinkel ausführt. Es lässt sich daher auch, sobald die Radiuslängen des Schreibhebels und der Rolle (von denen im vorliegenden Falle jene 45 Mm., diese 25 Mm. beträgt), bekannt sind, die irgend einer Ordinate der Zuckungscurve entsprechende wahre Hubhöhe nach der Formel

$$H = r.\ arc.\ sin \left[\frac{D}{R}\right]$$

berechnen, in welcher R die Radiuslänge des Schreibhebels, r diejenige der Rolle, D die Ordinatenhöhe bedeutet, wobei der Bogen des $sin \left[\frac{D}{R}\right]$ nicht in Graden, sondern nach Längenmaass in Theilen des Radius auszudrücken ist.

Zur genauen Bestimmung der Ordinaten der Zuckungscurve ist aber ausserdem noch nöthig, dass die Richtung des Zeichenhebels in seiner Ruhelage mit der Abscissenaxe selbst zusammenfalle, dass somit in die letztere Linie der Zeichenstift und der Drehpunkt des Hebels falle; zu welchem Zwecke eine der beiden am Stativ der Zeichenvorrichtung angebrachten Stützschrauben dient, die den einen Hebelarm von der, zur Richtung seines bevorstehenden Ausschlages entgegengesetzten Seite stützend, nicht nur die genaue Einstellung des Hebels, sondern auch noch eine Ueberlastung des in Zuckung zu versetzenden Muskels gestattet.

Endlich erfordert die genaue Bestimmung der zu den einzelnen Ordinaten der Zuckungscurve gehörigen Abscissen auch noch eine Correction; indem der im Bogen sich bewegende Schreibstift sich zugleich in entgegengesetzter Richtung als die Schreibfläche bewegt, so lange jener Drehungswinkel zunimmt, dagegen mit ihr in gleicher Richtung vorschreitet, wenn der Drehungswinkel wieder abnimmt und zwar in beiden Fällen entsprechend dem jedesmaligen Sinus versus des vom Zeichenhebel beschriebenen Bogens. Es muss somit dieser Sinus versus bei steigenden Ordinaten von der zugehörigen Abscissenlänge abgezogen, bei fallenden Ordinaten aber derselben hinzugerechnet werden. Dieser Werth t lässt sich am einfachsten nach der Formel:

$$t = R\,(1 - cos\ \phi)$$

aus dem $\angle\ \phi$, welchen der Hebel beschreibt, und aus der Radiuslänge R dieses letzteren bestimmen. Der $\angle\ \phi$ ist aber aus $\frac{D}{R} = sin\ \phi$, wo D die Ordinatenhöhe bedeutet, bekannt.

In die Beschreibung des zu diesem Myographion gehörigen Muskelhalters lasse ich mich hier auch nur so weit ein, als es zur Beleuchtung der angewandten Versuchsmethoden nöthig erscheint.

Der Muskelhalter ist gemeinschaftlich mit der Schreibvorvorrichtung auf einem, am Myographion befestigten Stative so angebracht, dass beide zugleich in horizontaler Ebene sowohl parallel der Schreibfläche, als auch vertical auf letztere mittels Prismen und Mikrometerschrauben verschoben werden können. Die Verschiebbarkeit in der ersteren Richtung gestattet auf derselben Schreibplatte mehrere Zuckungen nacheinander aufzuzeichnen; die Verschiebbarkeit nach der zweiten Richtung aber erlaubt den Zeichenstift so einzustellen, dass derselbe die in seine Höhe gelangte Schreibfläche sicher berührt, ohne dass hierbei die den Stift vordrängende Feder eine bedeutende Spannung erleiden müsste.

Die Tragsäule des Muskelhalters endigt oben zunächst in einem messingenen Würfelstück, auf welchem die aus Hartkautschuck bereitete Bodenplatte der hinreichend geräumigen Feuchtkammer ruht; letztere wird durch einen auf die Platte aufgesetzten, aus Glasplatten zusammengefügten Deckel gebildet. In entsprechenden Ausschnitten der Bodenplatte und des Messingwürfels kann mittelst einer unterhalb der Feuchtkammer befindlichen Mikrometerschraube ein vertical gestelltes Prisma auf- und abgeschoben werden, dessen eine Seite mit einer Millimeterskala versehen ist, welche sich weiter auf den runden Stab fortsetzt, der von jenem Prisma weiter aufwärts reicht, und als Säule zur Befestigung der Muskelklemmen dient. Zur Seite des Prismas befindet sich an der Bodenplatte der Nonius.

Vermöge der Verschiebbarkeit dieser Säule ist es möglich dem an ihr herabhängenden Muskel eine solche Stellung zu geben, dass der von ihm mit Zwischenschaltung eines mit Haken versehenen Stäbchens zur Rolle der Zeichenvorrichtung geleitete Faden eben gehörig angespannt wird, ohne dass dadurch der Zeichenhebel aus seiner verticalen Lage abgelenkt sein würde. Weiter aber kann auch bei beliebiger Anspannung des Muskels die Strecke gemessen werden, welche zwischen einer oberen fixirten und der vom Haken des Zwischenstäbchens zunächst dem unteren Sehnenende durchbohrten Stelle sich befindet. An beiden Muskelenden bleiben der besseren Be-

festigung wegen, die knöchernen Ansätze belassen. Das eben erwähnte Zwischenstäbchen trägt nun unterhalb seines Einhängehakens ein Glimmerplättchen, durch welches es verhindert wird, im nicht eingehängten Zustande durch die Oeffnung in der Bodenplatte der Feuchtkammer herauszufallen; unter diesem Plättchen umgiebt das Stäbchen ein kurzer Elfenbeincylinder mit einer ringsherum laufenden, feinen schwarzen Linie als Marke, deren Entfernung vom Hakenende des Stäbchens ein für allemal zu bestimmen ist. Endlich befindet sich seitlich von dem Zwischenstäbchen ein vertical durch die Bodenplatte geleiteter, um sich selbst herum drehbarer kurzer Stift, mit nach abwärts gerichtetem Kopfende, während sein in der Feuchtkammer befindliches oberes Ende von einer horizontalen Nadel durchbohrt ist, deren Spitze im Niveau einer bekannten Theilstelle des Nonius steht. Will man also am Muskel eine Längenmessung ausführen, so hat man nur mittelst der Mikrometerschraube den Muskel so einzustellen, dass die Marke des im Muskel eingehängten Zwischenstäbchens genau in der Höhe der Spitze der horizontalen Nadel einsteht. Indem man den Theilpunkt am Nonius aus vorhergegangenen Bestimmungen kennt, welchem jene Niveauhöhe entspricht, und ebenso schon in vornhinein bestimmt hat, welchem Punkte der Skala der untere Rand jener Klemme entspricht, welche eine bestimmte Stelle des Muskels fixirt, so braucht man bei der jedesmaligen Messung nur die Stellung der Skala am Nonius abzulesen, und man besitzt alle Data, aus welchen man die Länge der betreffenden Muskelstrecke berechnen kann.

Es versteht sich wohl, dass die Längenmessung der mit Bezug auf den Zwischenhebel erforderlichen Einstellung des Muskels vorhergehen muss.

Von den Klemmen erwähne ich hier nur die für myologische Untersuchungen bestimmten.

Es sind deren zwei, die mit Rollringen auf der verticalen Säule befestigt werden.

Die eine der aus Elfenbein gebildeten Backen der oberen Klemme hat an ihrer nach vorne gekehrten verticalen Seitenfläche einen mit abgeschrägten Kanten versehenen mittleren

Abschnitt von 12 Mm. horizontaler Länge und 4 Mm. verticaler Höhe, entlang welcher parallel übereinander, in einer Entfernung von 2 Mm. zwei horizontale Platindraht-Elektroden ausgespannt sind, deren zugehörige Klemmschrauben sich an der Rückseite des Plättchens befinden. Das die zweite Backe bildende Plättchen ist auf seiner, der ersteren Backenseite zugekehrten Fläche, ebenfalls mit einem als Elektrode dienenden Platindraht und einer zugehörigen Klemmschraube versehen und kann mittels zweier Stellschrauben, für welche es an beiden Enden passende Ausschnitte hat, an die andere Backe angedrückt werden. Zwischen beiden Backen kann so dass obere Muskelende entweder behufs vollständiger Fixirung festgeklemmt werden, oder aber man kann mittels einer oberhalb dieser Elektroden-Klemme auf die Säule aufgeschobenen Zangenklemme, den am Muskel zurückgelassenen Knochenansatz befestigen, und drückt die Backen der Elektroden-Klemme nur so weit an den Muskel an, dass derselbe sich an dieser eingeklemmten Stelle nicht verschieben und eine Contraction der oberhalb dieser Klemme befindlichen Muskelstrecke die unterhalb befindliche Strecke nicht nach sich ziehen kann. Vermöge der angeführten Anordnung der Elektrodendrähte ist es ermöglicht je nach der Benutzung entweder der an derselben Backe oder der an den getrennten Backen befindlichen Elektroden den Strom entweder mehr parallel oder quer zur Faserrichtung durch den Muskel zu leiten.

Damit die Contractionswelle nach Belieben auch auf eine kürzere Muskelstrecke beschränkt werden könne, dient eine zweite, unter der vorigen aufstellbare Klemme, mittels welcher der Muskel an einer tieferen Stelle dann eingeklemmt und allenfalls auch von dieser Stelle aus gereizt werden kann. Dieselbe hat ebenfalls aus Elfenbein angefertigte und mit Platindraht-Elektroden und Klemmschrauben versehene Backen, die an einer kleinen aus zwei sich kreuzenden, doppelgliedrigen Armen bestehenden Hebelvorrichtung so angebracht sind, dass sie mittelst eines durch die Bodenplatte der Feuchtkammer hindurchgeleiteten und feststellbaren Hakens gegen einander angezogen und so fixirt werden können, während, wenn sie der

Gegenwirkung einer Feder überlassen sind, sie sich vom Muskel, den sie freigeben, entfernen.

Entlang dem einen kürzeren Rand dcr Bodenplatte sind sechs Doppelklemmschrauben für die innerhalb und ausserhalb der Feuchtkammer befindlichen Leitungsdrähte aufgestellt.

Das beschriebene Myographion erlaubt also eine genaue Messung der zuckenden Muskelstrecke, bei verschiedener Belastung unmittelbar vor oder nach der Zuckung vorzunehmen, es erlaubt die Länge dieser, in das Gebiet der Contractionswelle einziehbaren Strecke im Verlaufe einer an demselben Muskel ausgeführten Untersuchungsreihe wiederholt zu ändern, es erlaubt ferner den Reiz unmittelbar an dem einen Ende der frei beweglichen Muskelstrecke oder entfernter von ihr einwirken zu lassen, so dass im letzteren Falle, die hervorgerufene Contractionswelle erst von einer weiter unten liegenden Stelle aus sich am Apparat äussern kann, und endlich erlaubt der Apparat den Muskel einer einfachen Belastnng oder einer Ueberlastung zu unterwerfen, und im ersteren Falle so einzustellen, dass sobald die Contractionswelle die freie Muskelstrecke betritt, auch der Zeichenhebel seine Ruhelage zu verlassen genöthigt ist. Dabei ist es möglich, im Verein mit dem Muskelhalter, die Zeichenvorrichtung an die noch an ihrem oberen Bahnende befindliche Schreibfläche eben nur so weit vorzuschieben, dass unter dem leisen Drucke einer Feder der Zeichenstift in sicheren Contact mit jener Fläche gelangt. Indem man dann das Rollengestell der Schreibplatte aus freier Hand mit Vorsicht entlang der Führungsschiene bis zur untern Arretirung herabzieht, hat man zu gleicher Zeit auf der Schreibfläche die Abscissenlinie aufgezeichnet. Hierauf wird die Auslösvorrichtung für den inducirenden Strom eingestellt, die Triebgewichte des Fallapparates vollkommen beruhigt und ohne dass man irgend welche weitere Handgriffe vorzunehmen oder sonstige Momente abzulauschen hätte, genügt ein Druck auf den Arretirungshebel des Rollengestells, um dasselbe loszumachen, und wenn das obere Ende der Schreibfläche über den Zeichenstift eine kurze Strecke hinaus gelangt ist, löst auch schon das auf den Hemmring auffallende Uebergewicht

die stromunterbrechende Vorrichtung aus, so dass der auf den Muskel einwirkende Oeffnungsinductionsschlag stets auf einer unveränderlich verbleibenden Höhe der Schreibfläche erfolgt; darum kann auch der Moment desselben gleich auf einmal für alle auf derselben Platte aufgezeichneten Zuckungscurven durch einen Strich bezeichnet werden, den man durch den ruhenden Zeichenstift ziehen lässt, indem man die Zeichenvorrichtung in horizontaler Ebene parallel der Zeichenfläche verschiebt, während letztere auf der Höhe erhalten wird, auf welcher die Unterbrechung des primären Stromes bewerkstelligt wird. Indem man nach der ersten Zuckung die Zeichenvorrichtung sammt Muskelhalter hinreichend weit von der erstgezeichneten Curve seitlich verschiebt, kann man in der eben angegebenen Weise die erforderlichen wenigen Manipulationen in kürzester Zeit ausführen und so nacheinander mehrere Zuckungscurven auf derselben Platte aufzeichnen lassen. Und nachdem diese für keine weiteren Curven mehr Platz gewährt, löst man sie sammt ihrem Ergänzungsröhrchen aus dem Rollengestell aus und setzt an ihre Stelle eine andere Platte mit dem zugehörigen Röhrchen ein.

So ist es möglich bei einer grösseren Anzahl von Platten, (ich habe deren 19) eine grose Anzahl von Versuchen mit demselben Muskel anzustellen, ohne dass man bemüssigt wäre, dieselben wegen an den Curven vorzunehmender Messungen zu unterbrechen. Denn man kann die beschriebenen Platten in einem passend eingerichteten Kistchen aufbewahren, um bei gegebener Musse die Messungen nachträglich vorzunehmen. Die mit Berücksichtigung der Nummer der Platten geführten Versuchsprotokolle geben dann Aufschluss über die Versuchsverhältnisse, unter welchen die betreffende Zuckungscurve gezeichnet wurde.

Die Messung der Coordinaten der Zuckungscurve wird in der Art ausgeführt, dass die Platte an ihren zwei Enden in einem Rahmen befestigt wird, der mit einer Maassschiene versehen ist, auf welcher der dieselbe hülsenartig umfassende Nonius verschiebbar ist. Vom letzteren geht unter einem rechten Winkel zur Maassschiene ein, gegen die eine Kante pris-

matisch zugeschärfter und ebenfalls mit einer Skala versehener Arm aus. Indem man unter der Beihülfe dieses, oberhalb der Schreibplatte ohne Beschädigung der Zeichnung, entlang der aufgezeichneten Abscissenlinie, frei verschiebbaren Armes die Platte so befestigt hat, dass die Abscissenlinie parallel der Maassschiene einsteht, kann man unter Beihilfe eines schwach vergrössernden Mikroskopes, dessen Spiegel die auf der berussten Platte gezogenen Linien mit durchfallendem Lichte beleuchtet, den verschiebbaren Arm mit seiner Kante genau auf die zu bestimmenden Punkte der Zeichnung einstellen, und liest dann die zugehörigen Abscissenlängen an dem Stande des Nonius auf 0·1 mm. genau ab, während die betreffenden Ordinaten an der Scala des verschiebbaren Armes mittels Ocularmikrometer mit noch grösserer Genauigkeit bestimmbar sind.

(Fig. 4.)



Dass diese Methode der Messung an Bequemlichkeit der Ausführung und ebenso an Genauigkeit, besonders wenn die Platte nur mit einer dünnen Russschicht überzogeu ward, keiner andern nachsteht, dürfte wohl kaum bezweifelt werden. Aber dieselbe Platte gestattet nicht nur ausserdem eine Projection des Myogrammes mittels der magischen Laterne, sondern sie kann auch noch als Matrize verwendet werden, um das Myogramm photographisch auf Papier zu übertragen, Und so sind auch die beispielsweise in Fig. 4 beigefügten Zuckungscurven - Platten entnommen, die bereits einer Messung unterworfen waren.

Als Untersuchungsobject diente nur der M. adductor magnus vom Frosche, den ich stets mit Curare vergifteten Thieren in einem Stadium entnommen habe, in welchem sie weder willkürliche noch Reflexbewegungen zeigten.

Leider waren die meisten Thiere durch die lange Wintergefangenschaft mehr oder weniger herabgekommen, was sich auch an den alsbald anzuführenden Untersuchungsresultaten zu erkennen gab, ohne aber dass deshalb der Charakter dieser Resultate eine wesentliche Alteration erlitten hätte. Nur einige vor kürzerer Zeit im Vorfrühling eingefangene Frösche von einer ausgezeichnet grossen Sorte aus dem Platten-See, zeichneten sich durch grosse und sehr lang andauernde Leistungsfähigkeit aus.

Der Muskel war so herauspräparirt, dass derselbe an beiden Enden mit kurzen Knochenansätzen versehen blieb. Er wurde dann entweder an einem dieser Ansätze in der Zangenklemme des Myographions fixirt, und unterhalb der letzteren am muskeligen Ende mit der Elektrodenklemme nur so weit gefasst, als es zum sicheren Contact und zur Ausschliessung der Verschiebung des Muskels zwischen den Backen der Klemme erforderlich war, oder es wurde ohne Anwendung der Zangenklemme die Fixirung des Muskels blos mittelst der dann etwas fester angezogenen Elektrodenklemme bewerkstelligt, wobei man gegen die Verschiebung des Muskels noch dadurch gesichert war, dass dessen knöcherner Ansatz an den oberen Ständern der Klemmbacken aufruhte. Das erstere Verfahren erwies sich darum für vortheilhafter, weil dabei der mehr geschont verbleibende Muskel seine Leistungsfähigkeit viel besser und länger behielt. Wenn im Verlaufe der Versuche der Muskel noch an einer tieferen Stelle mittels der zweiten Elektrodenklemme gefasst wurde, so diente entweder diese zugleich als stromzuführende Klemme oder es wurde als solche auch in diesem Falle die obere Elektrodenklemme verwendet.

Als Reiz habe ich stets den Oeffnungsinductionsschlag unter Benutzung eines du Bois'schen Schlittenapparates angewendet, in dessen primäre Rolle ich nur ausnahmsweise

Drahtstäbe einschaltete. Den primären Strom lieferten 2—4 Daniell'sche oder auch Smee'sche Elemente, in dessen Leitung, falls ich mich betreffs der gleichbleibenden Stromstärke vergewissern wollte, ein du Bois'scher Rheochord und eine Tangentenbussole als Nebenschliessung eingeschaltet war.

Durch den Muskel hindurch war der Inductionsstrom in einem Theile der Versuche den Fasern parallel, in einem andern Theile quer durch dieselbe geleitet, ohne dass ein Unterschied im Resultate erkennbar gewesen wäre.

Der Muskel hatte ausser der Ueberwindung des kleinen Widerstandes des Schreibhebels, — von dem das zur Aequilibrirung des zweiten Armes dienende Laufgewicht meistens entfernt war, da ja ohne sie der Schwerpunkt des Hebels durch den, an der Rolle des Hebels vorüber geführten und an ihr eingeklemmten Faden unterhalb der Drehaxe verlegt war — auch noch die Belastung des Fadens von 5 bis 25 grm. zu heben. Vor jeder Zuckung wurde die Länge der frei contrahirten Muskelstrecke gemessen, insbesondere dann, wenn eine Veränderung in der Lage der Klemmen oder in der Belastung stattgefunden hatte. Die Geschwindigkeit, mit welcher die Schreibfläche während der Zuckung sich fortbewegte, entsprach bei allen Versuchen 0·6648 Met. in d. Sec., so dass 1 Mm. Abscissenlänge den Zeitwerth von 0·0015 Sec. hatte. Die nach dieser Methode ausgeführten Versuche ergaben nun folgende Resultate.

§. 3.

Versuchsresultate.

Um zu prüfeu in wiefern eine bestimmte Zuckungscurve, die von einem Muskel beschrieben wurde, während er an dem einen Ende seiner frei contrahirbaren Strecke momentan gereizt ward, mit jener Curve übereinstimmt, welche mit Bezug auf dieselbe Zuckung aus den theoretisch abgeleiteten Gleichungen sich ergiebt, wurden an den, der Untersuchung unterworfenen Zuckungscurven, entsprechend den im §. 1 dieses Abschnittes aufgezählten Forderungen, vom Anfangspunkte der

Curve aus, entlang der Abscissenlinie, in Intervallen von je 5 Mm. = 0·001 Secunden bis zum Abscissenpunkte der Maximalhubhöhe vorschreitend, die den so wachsenden Abscissen zugehörigen Ordinatenhöhen der Curve gemessen; ebenso auch die Abscissenlänge jenes Curvenpunktes bestimmt, an welchem die halbe Maximalhubhöhe erreicht war. An den unmittelbar gefundenen Werthen beiderlei Coordinaten wurden die in §. 2 dieses Abschnittes erwähnten Correctionen angebracht. Aus den so eruirten Werthen für die Zeit T_m der Maximalhubhöhe und die Zeit T_h der halben Hubhöhe, konnte das Verhältniss $\frac{T_h}{\frac{1}{2} T_m}$ berechnet werden, aus welchem mit Beihilfe der Tabelle I. sogleich annähernd auch das Verhältniss $\left(\frac{\mu}{l}\right)$ zwischen der noch vor der Zuckung gemessenen Länge der frei contrahirbaren Muskelstrecke und der Wellenlänge bekannt wurde. Hierdurch war aber auch die Orientirung gewonnen, welche von den in der Tabelle II. zusammengestellten Gleichungen zu gebrauchen waren, um die Factoren der Contractionswelle, als Fortpflanzungsgeschwindigkeit, Schwingungsdauer und Wellenlänge zu berechnen.

Mit Hilfe dieser so bestimmten Werthe von l und T, sowie der für μ und für die Maximalhöhe H_m gefundenen, konnte dann nach der Formel der Gleichung 16c) der Verkürzungscoëfficient $\frac{\alpha}{\delta}$ bestimmt werden. Wonach endlich mittels der Formel der Gleichung 10), respective der Gleichung 16d) der Verlauf der Zuckungscurve selbst zu berechnen war, indem man für t in den eben angeführten Formen in Intervallen von $5 \times 0{\cdot}0015$ Secunden, entsprechend dem Zeitwerth von 5 Mm. Abscissenlänge — steigende Werthe einstellte; wobei so lange als $t < \frac{\mu}{v} = t_n$ d. h. kleiner war, als die zu Fortpflanzung der Contractionswelle entlang einer, der Muskelstrecke gleichen Wegstrecke nöthigen Zeit, die Formel der Gleichung 10), bei der weiteren Vergrösserung von t aber die Gleichung 10d) in Anwendung kam.

Der theoretischen Untersuchung zufolge, hätte zur Bestimmung der Factoren der Contractionswelle wohl auch die Zeit T_w, in welcher die Zuckungscurve ihren Wendepunkt erreicht, benützt werden können. Bei der Aufsuchung dieses Punktes der Curve zeigten sich jedoch fast unüberwindliche Schwierigkeiten, insofern bei der nur allmäligen Steigung der verhältnissmässig stark in die Länge gezogenen Curve, jener Punkt unmittelbar durchaus nicht mit jener Präcision erkennbar ist, wie sie hier erforderlich wäre, ja selbst dann eine solche nur äusserst schwer und nur unter Beihilfe eines sehr fein eingetheilten Ocularmikrometers zu erlangen ist, wenn man auf dem betreffenden Abschnitte der Curve die Zunahme der Ordinatenhöhe in sehr kleinen Intervallen vorschreitend prüft. Der grosse Aufwand an Zeit und Mühe, der hiezu erforderlich gewesen wäre, hat mich nach einigen Versuchen um so mehr bemüssigt, davon abzustehen, als das anzuhoffende Resultat bei Weitem nicht jene Verlässigkeit würde besessen haben, welche bei der Bestimmnng des Zeitpunktes der halben Zuckungshöhe leicht und sicherer zu erreichen war.

Immerhin sind aber auch bei der Bestimmung der übrigen erforderlichen Werthe, der Genauigkeit Grenzen gesetzt, neben welchen die aus der Construction der Zeichenvorrichtung des Myographions sich ergebenden Correctionen fast unberücksichtigt bleiben können.

Vor Allem ist es oft sehr schwierig den Ausgangspunkt der Zuckungscurve genau zu erkennen, sobald die, ihrer Erhebung von der Abscissenlinie vorangehende, gerade Strecke nicht vollkommen in die, vor der Zuckung, bei noch ruhendem Zeichenstift gezogene Abscissenlinie fällt. Jedes Abweichen dieser Linien von einander ist bei der eindringlichen Weise der Ablesung nur um so auffälliger; ein solches Abweichen können aber theils Erschütterungen, die weniger den Apparat, als den herabhängenden Muskel momentan treffen, verursachen, theils konnte es Folge des Umstandes sein, dass bei der ersten Construction des die Schreibfläche führenden Rollengestells, zwischen den Rollen und den Kanten der Führungsschiene ein gewisser Spielraum musste gelassen werden. Dieser Uebel-

stand ist wohl, wie bereits oben erwähnt wurde, seitdem behoben, leider waren aber die zunächst vorzuführenden Curven noch vor dieser Abänderung gewonnen worden; auch war der Apparat, bei der höchst ungünstigen Lage des Untersuchungslokals, in einer von Wagen äusserst stark frequentirten Strasse, vielfach Erschütterungen ausgesetzt.

Aber auch das Erkennen des Scheitelpunktes der Zuckungscurve kann in vielen Fällen so schwierig werden, der Verlauf der Curve ist gerade auf der Scheitelhöhe ein so wenig veränderlicher, dass man einen Scheitelpunkt eher ganz vermisst und vermeint, die Curve behalte eine gewisse Strecke hindurch eine unveränderte Höhe bei. Ich selbst war zu Anfang meiner Untersuchungen durch diesen Umstand irre geführt und zu der Annahme verleitet, dass wie die Theorie für einen solchen Fall ergiebt, die Länge der Contractionswelle diejenige des Muskels übertreffe. Erst als die weiter fortgesetzte theoretische Untersuchung der Zuckungscurve das von dem Verhältniss $\frac{\mu}{l}$ abhängige Verhältniss $\frac{T_h}{\frac{1}{2} T_m}$ näher aufklärte und ich für letzteres Verhältniss bei der Untersuchung auch solcher Zuckungscurven, die scheinbar einen Scheitelpunkt nicht erkennen liessen, Werthe fand, aus welchen nothwendiger Weise folgte, dass $\mu < l$ und zwar $\frac{\mu}{l}$ bald etwas grösser, bald etwas kleiner als $\frac{1}{3}$ sein müsse, konnte ich nicht mehr zweifeln, dass auch bei solchen Zuckungscurven, wo ein Scheitelpunkt scheinbar vermisst wird, derselbe wohl nicht fehle, sondern nur durch den sehr gestreckten Verlauf der Krümmung verdeckt sei.

Um daher auch in solchen Fällen, in welchen der Scheitelpunkt nicht deutlich erkennbar ist, für die Bestimmung der Zeit T_m einen Anhaltspunkt betreffs des Scheitelpunktes zu gewinnen, habe ich als solchen denjenigen Punkt angesehen, welcher der halben Distanz zwischen jenen zwei Punkten der Curve entsprach, diesseits und jenseits welcher Punkte die Curve eben eine deutliche Abnahme ihrer Ordinatenhöhe erkennen liess.

Trotz den Mängeln, welche der eben erwähnten Umstände

wegen den Untersuchungsresultaten nothwendigerweise mehr oder weniger anhaften, sind die an sieben Zuckungscurven gewonnenen Resultate, welche in der folgenden Tabelle III. zusammengestellt sind, wie ich glaube, doch derart, dass sie im Ablauf der Zuckung einen Vorgang deutlich erkennen lassen, dessen Verlauf mit der entwickelten Wellentheorie der einfachen Muskelzuckung augenfällig übereinstimmt.

(Siehe Tabelle III. auf Seite 591—594.)

Die in der vorstehenden Tabelle mitgetheilten Curven sind, aus einer grossen Reihe von Zuckungscurven auf's Gerathewohl ausgewählt, die einzigen, welche ich einer solchen eingehenden Untersuchung unterzogen habe. Bei dem grossen Zeitaufwand, welchen die Berechnungen erfordern, würden noch weitere Wiederholungen kaum die Mühe gelohnt haben, so fern auf Grund der schon gewonnenen Resultate zu erwarten stand, dass die Abweichungen zwischen den gefundenen und den berechneten Werthen auch bei andern Zuckungscurven nur innerhalb derselben Grenzen sich wiederholt haben würden, innerhalb welcher sie sich bei den untersuchten bewegen, ohne dass dadurch die wesentliche Uebereinstimmung der gefundenen und der berechneten Curve zweifelhaft werden könnte. Denn in der That sind die Unterschiede zwischen beiderlei Werthen, mit Ausnahme der allerersten Curvenstellen, so geringfügig, dass sie selbst bei rein physikalisch unorganischen Vorgängen, als innerhalb der Fehlergrenzen der Messung liegend, wohl ausser Betracht bleiben dürften; dies um so mehr also bei Leistungen eines, dem fortwährend wechselnden Einflusse von vielfach zusammenwirkenden Ursachen unterliegenden organischen Gebildes. Auch dürfen wir nicht vergessen, dass der als Versuchsobject dienende Muskel eine nur sehr unvollkommen parallele Faserung besitzt.

Deutlich lassen beide Werthe die Gleichheit des Charakters bei der wirklichen, wie bei der berechneten Zuckungscurve erkennen. Beide besitzen einen Wendepunkt, an welchem die Biegung der Curve bei beiden in gleichem Sinne sich ändert. Auch fallen bei beiden diese Wendungspunkte — mit der ein-

Tabelle III.

Zuckungscurve No. 1.

1. Zuckung des Muskels. Länge der contrahirten Muskelstrecke: 32·7 Mm. Reizstärke: 2 Daniell'sche Elemente. Die secundäre Rolle bis an das Ende der primären zurückgeschoben.	Reizstelle: die fixirte Stelle. Belastung: 2 Grm. Ueberlastung: 5 „ $\frac{T_h}{\frac{1}{2}T_m} = 0·942$	Verkürzungscoëfficient: 0·1242. Schwingungsdauer: 0·13129 Sec. Fortpflanzungsgeschwindigkeit: 0·958 M. Wellenlänge: 0·1258 M.

Zeiten in Sec. seit dem Beginn der Zuckung.		0·007498	0·014991	0·022465	0·029908	0·037312	0·044686	0 052039	0·059389	0·066772	0·074185	0·082704
Hubhöhen in Mm.	gefunden	0·152	0·391	0·783	1·296	1·854*	2·400	2·909	3·352	3·660	5·873	3·950
	berechnet	0·080	0·316	0·701	1·223	1.839*	2·424	2·934	3·350	3·665	3·867	3·950

Zuckungscurve No. 2.

Die 6. Zuckung des vorigen Muskels. Länge der contrahirbaren Muskelstrecke: 33·4 Mm. Reizstärke: 2 Daniell'sche Elemente. Die secundäre Rolle bis an's Ende der primären zurückgeschoben.	Reizstelle: die fixirte Stelle. Belastung: 2 Grm. Ueberlastung: 5 Grm. $\frac{T_h}{\frac{1}{2} T_m} = 1·002$	Verkürzungscoëfficient: 0·051. Schwingungsdauer: 0·10880 Sec. Fortpflanzungsgeschwindigkeit: 0·913 M. Wellenlänge: 0·0993 M.

Zeiten in Sec. seit dem Beginn der Zuckung.	0·006448	0·013947	0·021441	0·028930	0·036412	0·043887	0·051366	0·058834	0·066313	0·072306
Hubhöhe in Mm. gefunden	0·105	0·200	0·372	0·592	0·821	1·069*	1·241	1·452	1·589	1·624
Hubhöhe in Mm. berechnet	0·028	0·129	0·299	0·538	0·800	1·094*	1.326	1·496	1·597	1·624

Zuckungscurve No. 3.

Die 7. Zuckung des vorigen Muskels, welcher 15·7 Mm. unterhalb der ersten Klemme von einer zweiten gefasst wurde. Länge der contrahirbaren Muskelstrecke: 17·5 Mm. Reizstärke: 2 Daniell'sche Elemente. Die secund. Rolle um $\frac{1}{4}$ ihrer Länge über die primäre vorgeschoben.	Reizstelle 15·7 Mm. oberhalb der fixirten Stelle. Belastung: 2·0 Grm. Ueberlastung: 5 Grm. $\frac{T_h}{\frac{1}{2} T_m} = 1·018$	Verkürzungscoëfficient: 0·1268. Schwingungsdauer: 0·09303 Sec. Fortpflanzungsgeschwindigkeit: 0·524 M. Wellenlänge: 0·0487 M.

Zeiten in Sec. v. Beginn d. Zuckung an.	0·007948	0.015444	0·022930	0·030396	0·037842	0·045286	0·052737	0·063208		
Hubhöhe in Mm. gefunden	0·133	0·296	0·592	0·984	1·402*	1·729	1·978	2·103		
Hubhöhe in Mm. berechnet	0·072	0·261	0.560	0·948	1·377*	1·734	1·973	2·103		

Zuckungscurve No. 4.

Erste Zuckung des Muskels. Länge der contrahirbaren Muskelstrecke: 29·8 Mm. Reizstärke: 4 Smee'sche Elemente. Die secundäre Rolle bis auf $\frac{3}{4}$ ihrer Länge an die primäre vorgeschoben.	Reizstelle: die fixirte Muskelstelle. Belastung: 3 Grm. Ueberlastung: 5 Grm. $\frac{T_h}{\frac{1}{2} T_m} = 0{\cdot}902$	Verkürzungscoefficient: 0·1462. Schwingungsdauer: 9·11817 Sec. Fortpflanzungsgeschwindigkeit: 1·1537 M. Wellenlänge: 0·1363 M.

Zeiten in Sec. v. Beginn der Zuckung an.	0·007400	0·014985	0·022425	0·029820	0·037155	0 044475	0·051780	0·059145	0·066540	0 072000
Hubhöhen in Mm. gefunden	0·210	0·613	1.206	1·878*	2·542	3·148	3·661	4·010	4·223	4·272
Hubhöhen in Mm. berechnet	0·125	0·497	1·094	1·855*	2·565	3·177	3·668	4·024	4·224	4·272

Zuckungscurve No. 5.

Die 2. Zuckung des vorigen Muskels. Länge der contrahirbaren Muskelstrecke: 29·8 Mm. Reizstärke; 4 Smee'sche Elemente. Die secund. Rolle bis auf $\frac{3}{4}$ ihrer Länge an die primäre vorgeschoben.	Reizstelle: die fixirte Muskelstelle. Belastung: 3 Grm. Ueberlastung: 5 Grm. $\frac{T_h}{\frac{1}{2} T_m} = 0{\cdot}916$	Verkürzungscoefficient: 0·1425. Schwingungsdauer: 0·11625 Sec. Fortpflanzungsgeschwindigkeit: 1·1123 M. Wellenlänge: 0·1293 M.

Zeiten in Sec. v. Beginn der Zuckung an.	0·007500	0·014985	0·022425	0·029820	0·037170	0·044490	0·051810	0·059175	0·066600	0·071520
Hubhöhen in Mm. gefunden	0·239	0 613	1·206	1·830	2·493*	3·091	3·621	3·923	4·116	4·155
Hubhöhen in Mm. berechnet	0·119	0·474	1·044	1·783*	2·488	3·093	3·578	3·925	4·117	4·155

Zuckungscurve No. 6.

Die erste Zuckung des Muskels. Länge der contrahirbaren Muskelstrecke: 33·7 Mm. Reizstärke: 4 Smee'sche Elemente. Die secund. Rolle bis an's Ende der primären zurückgeschoben.	Reizstelle: die fixirte Stelle des Muskels, dessen oberer knöcherner Ansatz oberhalb der Elektroden-Klemme in einer Zangenklemme befestigt war. Belastung: 5 Grm. Ueberlastung: 5 Grm. $\frac{T_h}{\frac{1}{2}T_m} = 1{\cdot}006$	Verkürzungscoefficient: 0·2156. Schwingungsdauer: 0·13276 Sec. Fortpflanzungsgeschwindigkeit: 0·7424 M. Wellenlänge: 0·0985 M.

Zeiten in Sec. v. Beginn der Zuckung an.		0·007500	0·015000	0·021470	0·029880	0·037200	0·044400	0·051495	0·058575	0·065670	0·072795	0·080100	0·087435	0·089085
Hubhöhen in Mm	gefunden	0·114	0·354	0·804	1·533	2·416	3·361	4·330*	5·160	5·856	6·409	6·706	6.915	6·925
	berechnet	0·106	0·421	0·933	1·621	2·455	3·402	4·360*	5·195	5·886	6·414	6·766	6·916	6·925

Zuckungscurve No. 7.

Die 2. Zuckung des vorigen Muskels. Länge der contrahirbaren Muskelstrecke: 33·7 Mm. Reizstärke: 4 Smee'sche Elemente. Die secund. Rolle bis an's Ende der primären zurückgeschoben.	Reizstelle: die fixirte Stelle des in voriger Weise befestigten Muskels. Belastung: 5 Grm. Ueberlastung: 20 Grm. $\frac{T_h}{\frac{1}{2}T_m} = 1{\cdot}058$	Verkürzungscoefficient: 0·1019. Schwingungsdauer: 0·09566 Sec. Fortpflanzungsgeschwindigkeit: 0·8109 M. Wellenlänge: 0·0775 M.

Zeiten in Sec. v. Beginn der Zuckung an.		0 007500	0·015000	0·022485	0·029940	0 037350	0·044730	0·052110	0·059505	0·066960	0·068610
Hubhöhen in Mm.	gefunden	0·095	0·278	0·574	1·111	1 667	2·243*	2 724	3·033	3·168	3 177
	berechnet	0·075	0·299	0·655	1·121	1·666	2·246*	2·720	3·032	3·168	3·177

zigen Ausnahme der fünften Zuckungscurve — auf derselben Zeitstufe zusammen. Nur in den Werthen der allerersten Stellen zeigt sich ein auffälliger Unterschied zwischen den zwei Curvenarten. Dass dieser Unterschied kein zufälliger, durch Fehler in der Messung bedingter sei, geht schon aus dem hervor, weil derselbe bei allen Zuckungscurven stets in dem gleichen Sinne sich so wiederholt, dass die gefundenen Werthe grösser als die berechneten sind. Nun erleidet aber der dehnbare Muskel, sobald die Contractionswelle sich einstellt, eine Dehnung, nicht nur weil derselbe ausser der Belastung nun auch noch die Ueberlastung — welche behufs genauerer Führung der Abscissenlinie angewendet wurde — zu tragen hat, sondern auch, weil zu der durch die gesammte Last bedingten Spannung nun auch noch jene Spannung hinzutritt, welche durch die Contraction des bereits von der Zuckungswelle ergriffenen Abschnittes bedingt ist; in Folge dieser beiden, nach entgegengesetzten Richtungen hin wirkenden Spannungen muss also die, von der Welle noch nicht ergriffene Muskelstrecke eine Dehnung erleiden. Endlich trägt zur Vermehrung der letzteren auch die, gleich einer Ueberlastung wirkende, wenn auch geringe Reibung bei, die der Zeichenstift auf der Glasplatte erleidet.

In Anbetracht dieser, durch die erwähnten Momente verursachten Dehnung wäre nun, so scheint es, eher zu erwarten gewesen, dass der Muskel eine Einbusse in seinen Hubhöhen, besonders am Anfange der Zuckung erleiden werde, so lange noch der schon entwickelte Theil der Contractionswelle ein kurzer und demnach die hieraus dem Muskel erwachsende Hubfähigkeit auch relativ zum Gesammtwiderstand eine noch schwache ist; dass demzufolge also die gefundenen Werthe für die Ordinatenhöhen kleiner ausfallen werden, als sie sonst wären und als die berechneten Werthe sind. Die aufgefundene entgegengesetzte Thatsache widerlegt jedoch die obigen Folgerungen noch keineswegs, sie weist vielmehr nur auf die Unvollständigkeit derselben hin. Denn es ist leicht einzusehen, dass die durch jene Widerstandsmomente verursachte Dehnung des Muskels anfangs seine Hubhöhe nicht nur vermindern,

sondern so lange auch gänzlich wird unterdrücken können, als nicht in Folge der noch weiter entwickelten Contractionswelle, die Hubfähigkeit des Muskels so stark angewachsen ist, dass die erlittene Dehnung nicht mehr genügt, die auf der Strecke der bereits anwesenden Contractionswelle stattfindende Verkürzung auszugleichen. So kann also in der Wirklichkeit die Zuckungscurve erst später, als die Contractionswelle im Muskel sich eingestellt hat, ihren Anfang nehmen. Die auf der letzteren beruhende und in ihrem weiteren Verlaufe durch den hervorgehobenen Umstand weniger gestörte, wahre Zuckungscurve ist auf diese Weise derjenigen Zuckungscurve gegenüber, welche auf Grund gewisser, der thatsächlich gezeichneten Zuckungscurve entnommener Werthe berechnet ward, welche in Folge jener Strömungen wohl selbst, jedoch in geringerem Maasse mit Fehlern behaftet sind, in der Art verschoben, dass ihr wahrer Anfang auf einen früheren Zeitmoment fällt, als derjenige der berechneten Curve, deren Abscissenlinie bei gemeinschaftlichem Fusspunkte für die Ordinate der maximalen Zuckungshöhe, um die Länge eben jener Verschiebung verkürzt sein muss. Demnach entsprechen die Ordinaten am Anfange der gezeichneten Zuckungscurve in Wahrheit nicht jenen Zeitstufen, für welche sie berechnet wurden und auf welche sich die berechneten Ordinatenwerthe beziehen, sondern relativ zum wahren Anfang der Zuckungscurve vorgerückteren Zeitstufen; sie müssen desshalb auch grösser ausfallen, als die berechneten Werthe, welche letztere aber in weiterer Folge, durch rascher vorschreitende Zunahme, die gefundenen Ordinatenwerthe noch vor dem Wendepunkte einholen.

Durch die vorangehenden Versuchsresultate glaube ich daher schon einen belangreichen Nachweis geliefert zu haben, dass der auf Grundlage der Wellentheorie abgeleitete Verlauf des Zuckungsvorganges im Muskel mit dem wirklichen Verlauf desselben im Wesentlichen übereinstimmt. Woraus dann folgt, dass auch die, mit Bezug auf die Factoren der Contractionswelle auf der gleichen Grundlage abgeleiteten Gleichungen, gleichfalls

geeignet und innerhalb noch weiter zu besprechender Grenzen auch verlässlich zur Bestimmung der Werthe jener Factoren sind.

Bevor ich jedoch an die Mittheilung dieser aus einer grossen Reihe von Versuchen gewonnenen Werthe schreite und dabei die Uebereinstimmung der jeweiligen Maximalhubhöhe mit der Gesammtheit jener Factoren darstelle, welche in der für die Maximalhubhöhe aufgestellten Gleichung enthalten sind, woraus dann auch eine Grundlage wird gewonnen werden zur Beurtheilung, in wiefern sich dieselben bei gleichbleibender Grösse der Hubhöhe gegenseitig compensiren können, und somit auch eine bessere Einsicht wird erlangt werden in den Mechanismus der Muskelarbeit; zu welchem Zwecke wir auch das Gesetz werden zu entwickeln haben, nach welchem im Muskel während der Zuckung die Entwicklung und Umwandlung der Kräfte vor sich geht; wollen wir vorher noch und zunächst jene Resultate einer eingehenden Betrachtung unterziehen, zu welchen andere Beobachter bei ihren, über den Verlauf der Muskelzuckung angestellten Versuchen gelangt waren, einerseits um dadurch, dass wir von jenen Resultaten begründete und zureichende Rechenschaft von unserem Standpunkte aus ablegen, auch neue, directe Belege für die Richtigkeit dieses Standpunktes zu gewinnen; andererseits um durch Berichtigung derjenigen Erklärungsweisen, welche man für jene Resultate auf anderen Grundlagen zu finden geglaubt hat, auch den indirecten Beweis, durch Ausschliessung der Zulässigkeit anderweitiger Annahme, für unsere Theorie zu liefern. Eben darum werden wir auch in die bisher nicht nur noch nicht abgeschlossene, sondern im Gegentheil wieder lebhafter gepflogene Discussion über die Natur der im Muskel bei der Zuckung wirkenden Molecularkräfte eintreten müssen, mit welcher Aufgabe wir uns in dem folgenden Abschnitte beschäftigen wollen.

Vergleichende Betrachtungen über die Ossa interparietalia des Menschen

von

Reinhold Hensel.

Die knöcherne Hirnkapsel des Säugethierschädels setzt sich bekanntlich aus den drei Elementen zusammen, die wir als Schädelwirbel bezeichnen. Für den gegenwärtigen Zweck kommt die Frage nach der Existenz eines vierten Schädelwirbels nicht in Betracht. Ebenso ist es gleichgültig, ob wir in jenen drei Elementen thatsächliche Wirbel, oder nur die Resultate dreifacher Verknöcherungscentren, oder Beides zugleich sehen.

Das vordere Keilbein, als Basis des ersten Schädelwirbels, und das hintere Keilbein, als die des zweiten Wirbels, umfassen wegen der excessiven Entwicklung des auf ihnen lagernden Centralnervensystems dasselbe nicht ganz, sie besitzen vielmehr zur Vervollständigung der Hirnkapsel die Stirn-, resp. Scheitelbeine als obere Schlussstücke. Der dritte Wirbel dagegen bedarf wegen der geringeren räumlichen Entwicklung des hier befindlichen Centralnervensystems keines oberen Schlussstückes, daher die Schuppe des Hinterhauptes gleich dessen Basis knorplig präformirt ist und mit Recht als oberer Bogen und unmittelbare Fortsetzung ihres Wirbelkörpers betrachtet wird.

An der Basis des Schädels ist aber zwischen dem zweiten und dritten Wirbel jederseits das Gehörorgan eingeschoben,

dessen räumliche Ausdehnung in der Regel gross genug ist, um gleich den beiden vorderen Wirbelkörpern bei der mächtigen Ausbildung des Centralnervensystems die Entwicklung oberer Schlussstücke zu erfordern. Als solche kann man die Zwischenscheitelbeine oder Ossa interparietalia ansehen. Diese sind daher integrirende Bestandtheile des Hirnschädels, wenn auch ihre Anwesenheit nicht so ausnahmelos ist wie die der Stirn- und Scheitelbeine.

Mit einer solchen Auffassung der Schale des Hirnschädels vereinigt sich auch die Entwicklung derselben. Stirn-, Scheitel- und Zwischenscheitelbeine sind stets zweifach vorhanden und niemals knorplig präformirt. Sie wachsen und verknöchern, was hier identisch ist, nach Art der Rindenschicht der Röhrenknochen, unter dem Einfluss der innern Lage des Periostes oder der häutigen Schädelkapsel. Ich will daher diese Verknöcherung als „periostale“ bezeichnen, gegenüber der „chondralen“, welche innerhalb des hyalinen Knorpels stattfindet.

Die Schuppe des Hinterhauptes ist stets einfach, und eine sagittale Spaltung derselben würde als Bildungshemmung zu betrachten sein, wie wir sie ausgebildet bei spina bifida und angedeutet z. B. an den Dornfortsätzen des os sacrum schwerer Pferderassen finden. Die Verknöcherung der Schuppe beginnt immer an zwei Centren und chondral. Sollte irgendwo ein einfacher Verknöcherungspunkt auftreten, so würde er nur als eine Vereinigung in statu nascenti zu betrachten sein (wie auch bei dem Zwischenscheitelbein des Hundes). Wie bei allen knorplig präformirten Skelettheilen findet die chondrale Verknöcherung in gewisser Richtung nur so lange statt, bis sie das Wachsthum des Knorpels überholt hat und an der Aussenfläche desselben erscheint; dann tritt hier die periostale Verknöcherung auf, wobei häufig der chondral verknöcherte Theil des Knochens z. B. am wachsenden Röhrknochen, der Resorption anheimfällt.

Die Deutung der Ossa interparietalia als oberes Schlussstück für das der Basis des Schädels eingefügte Gehörorgan findet ihre Rechtfertigung auch in dem Umstande, dass sie im Allgemeinen in derjenigen Ordnung der Säugethiere am entwickeltsten sind, in welcher das Gehörorgan die grösste Ausdehnung ge-

winnt, d. h. bci Nagern. Ob sie überhaupt jemals so gross werden, um mit dem Os petrosum (d. h. mit der fälschlich sogenannten Pars mastoïdea desselben) in unmittelbare Verbindung zu treten, ist noch nicht bekannt, dürfte aber wohl vorkommen.

Thiere mit räumlich wenig entwickeltem Os petrosum, z. B. das Schwein, besitzen keine Zwischenscheitelbeine. Ich glaube sie auch den Gattungen Nasua und Dasypus absprechen zu müssen. Allerdings waren die von mir untersuchten Embryonen aus diesen beiden Gattungen schon zu weit entwickelt, um nicht die Möglichkeit einer sehr frühen Verschmelzung der Zwischenscheitelbeine mit der Squama des Hinterkopfes zuzulassen, doch stimmte die Schuppe mit der des Schweines völlig überein.

Das Verhalten der Nähte der Zwischenscheitelbeine ist ein sehr wechselndes. Am häufigsten und frühesten verwachsen diese in der Mittellinie untereinander, sodann verschmelzen sie gewöhnlich mit der Schuppe des Hinterhauptes, nicht selten mit den Scheitelbeinen, z. B. bei den Muriformen. Bei manchen Thiergruppen verschwinden einzelne Nähte der Zwischenscheitelbeine schon während des früheren Fötalzustandes, bei andern in der Jugend, bei manchen niemals. Schlüsse gegen die Homologie dieser Knochen lassen sich daher aus dem Fehlen jener Nähte nicht ziehen.

Die Schädelknochen, so weit sie Product periostaler Verknöcherung sind, zeigen bekanntlich auf der Oberfläche eine eigenthümliche strahlige Sculptur, die sich auf ein in der Mitte gelegenes Centrum bezieht. Es zeigt daher, z. B. bei dem Rinde, jedes der beiden getrennten Zwischenscheitelbeine die genannte Anordnung. Verschmelzen sie mit einander, so erhält nun das scheinbar unpaare Os interparietale auf seiner Aussenfläche ein neues einfaches Centrum mit der radiären Sculptur. Verschmilzt der Knochen endlich in noch wenig entwickeltem Zustande mit dem Hinterhauptsbein zu einem einzigen Schädeltheile, so wird durch die neuen Ablagerungsschichten das Centrum der radiären Streifungen in die Mitte des Gesammtknochens verlegt.

Man ist daher keineswegs berechtigt, bei der als Scaphocephalus bekannten Schädelform des Menschen, welche nur ein einfaches Scheitelbein zeigt, aus dem in der Mitte desselben liegendem Centrum der radiären Sculptur auf einen einfachen Ursprung des unpaaren Scheitelbeins zu schliessen. In der That sind bei einem mir vorliegenden Schädel eines neugeborenen menschlichen Scaphocephalus zwei besondere Scheitelbeine vorhanden, doch ist die Sut. sagittalis bereits zum Theil verschwunden, und das Centrum der Streifung jedes Knochens ziemlich nahe an sie gerückt.

Die Ossa interparietalia des Menschen verdienen eine besondere Erwähnung. Sie werden gebildet von dem oberen Theile der Squama oss. occip., der niemals knorplig präformirt ist.

An dem trockenen Schädel eines foetus von angeblich sechs Wochen[1]) (jüngere Exemplare standen mir nicht zur Verfügung) findet sich am Hinterhaupt ein einfacher Knochenstreifen, der wie ein schmaler Gürtel von der Ohrgegend der einen Seite zu der der andern geht. Er zeigt — am trockenen Präparat — keine Sculptur periostaler Verknöcherung, sondern das gleichförmige feine Korn des verknöcherten hyalinen Knorpels, und ist die chondrale Verknöcherung der hyalin präformirten Squama. Von Scheitelbeinen und Zwischenscheitelbeinen findet sich keine Spur auf der grossen Fläche, welche das Hinterhaupt mit den schon stark entwickelten Stirnbeinen verbindet.

In der siebenten Woche, wenn die Scheitelbeine schon deutlich angelegt sind, ist der Knochenstreifen der Squama an seinem oberen Rande bedeutend gewachsen, doch fehlen noch deutliche Spuren periostaler Verknöcherung. Vor ihm befindet sich ebenfalls ein schmaler Knochenstreifen, der in der Mittellinie am längsten ist und nach den Seiten hin spitz zuläuft. Er ist noch nicht mit der Squama vereinigt; doch scheinen einzelne Knochenscherbchen bereits mit ihr in Verbindung zu

---

1) Diese und die folgenden Angaben des Alters foetaler Skelete beanspruchen keine absolute Genauigkeit. Die gleich alten foetalen Skelete in anatomischen Museen zeigen eine solche Differenz der Entwicklung, dass die ihnen beigefügten Altersangaben wohl nur als Schätzungen anzusehen sind.

treten. Der Streifen besteht aus zwei Stücken, einem rechten und einem linken, welche in der Mittellinie durch eine zackige Naht — am trockenen Präparate — mit einander in Berührung treten. Der Knochen trägt alle Zeichen periostaler Verknöcherung gleich Stirn- und Scheitelbeinen und stellt die Ossa interparietalia vor. In andern Fällen hat der Gesammtknochen eine etwas bisquitförmige Gestalt, indem die beiden Zwischenscheitelbeine in der Mittellinie mit einander zusammenfliessen ohne eine wirkliche Naht zu bilden. In der achten Woche zeigt die Squama auf ihrer Oberfläche, besonders nach den Seitenrändern hin, schon deutlich die Sculptur der periostalen Verknöcherung, die Zwischenscheitelbeine haben sich besonders nach vorn zu bedeutend ausgedehnt. Ihre Mittelnaht ist noch deutlich sichtbar, die Verbindung mit der Squama ist intensiver geworden, obschon die verbindende Naht noch überall sichtbar ist.

Zunächst verwachsen nun die beiden Zwischenscheitelbeine unter einander, später mit der Squama unter einem stumpfen Winkel, so dass nach der 10. Woche Zwischenscheitelbein und Squama des Hinterhauptes nur einen einzigen Knochen bilden; doch bleiben Spuren der Naht noch einige Zeit sichtbar, namentlich zeigen sich ihre Endpunkte als mehr oder weniger klaffende Spalten. Diese haben nicht selten noch bei dem neugeborenen Kinde eine bedeutende Ausdehnung, und von ihnen aus lässt sich deutlich die Grenze zwischen Os. interpar. und Squama ziehen. Dass diese Fissuren sich nicht als Nähte gestalten, findet offenbar seine Erklärung in dem Umstande, dass im Gesammtknochen die Vermehrung der Knochensubstanz mit der Divergenz der neu zu bildenden Theile nicht gleichen Schritt halten kann.

Als grosse Seltenheit bleibt zuweilen die Verbindung des Interparietale mit der Squama als zackige Naht selbst im erwachsenen Zustande bestehen; solche Fälle sind z. B. von Hyrtl[1]) und Rambaud[2]) abgebildet.

---

1) „Die doppelten Schläfenlinien der Menschenschädel u. s. w.“ 1871. Taf. X. Fig. 2.

2) A. Rambaud et Ch. Renault: Origene et développement des os. Paris, 1864. Pl. 8.

Die Bedeutung der Zwischenscheitelbeine für den menschlichen Schädel ist wohl vorzugsweise eine physiologische. Die Production der Knochensubstanz pflegt von einem Centrum nicht über einen gewissen Kreis hinauszugehen, so dass die Zahl der Verknöcherungspunkte eines Skelettheiles vermehrt werden muss, wenn dieser in irgend einer Thiergruppe eine bedeutende relative Vergrösserung erhält, und umgekehrt. Die grosse Entwicklung des Gehirns im menschlichen Schädel bedingt nun hier zwischen Scheitelbeinen und os. occip. einen so grossen mit Knochensubstanz zu füllenden Raum, dass die Zwischenscheitelbeine als nothwendige Verknöcherungscentra erscheinen, die aber der Squama näher liegen und noch durch einen nicht unbedeutenden Raum von den Scheitelbeinen getrennt sind. Zuweilen treten nun in diesem Raume, wahrscheinlich bedingt durch eigenthümliche Ernährungs- oder Wachsthumsverhältnisse, noch besondere Verknöcherungscentra auf, die sich als Zwickelbeine oder Schaltknochen längere Zeit in der Lambdanaht selbstständig erhalten. Ein unpaarer grösserer Schaltknochen in der Mittellinie ist das Os Wormianum oder der Inkaknochen.

Solche Schaltknochen haben zuweilen besondere Regelmässigkeit: so findet sich ein solcher vielleicht constant in der vorderen Fontanelle bei Procyon cancrivorus. Man hat das gesonderte Zwischenscheitelbein des Menschen wohl als grosses Os Wormianum betrachtet. Nach der oben gegebenen Darstellung ist diese Deutung nicht gerechtfertigt.

Die grössere Berücksichtigung der Homologie der Schädelknochen kann nicht ohne Einfluss auf die Deutung der Nähte bleiben, wobei natürlich das frühere oder spätere Verschwinden derselben nicht maassgebend ist.

Es würde sich empfehlen, wenn auch nicht vom topographischen, so doch vom morphologischen Standpunkt aus die Sutura sagittalis von der Nasenwurzel bis zur Schuppe des Os. occip. zu ziehen und an derselben drei Theile: Pars frontalis, Pars parietalis und Pars interparietalis zu unterscheiden. Ganz besonders aber ist eine genauere Nomenclatur bei den das Zwischenscheitelbein verbindenden Nähten nothwendig. Unter

Lambdanaht wollte man am Menschenschädel die Verbindung der Hinterhauptschuppe mit den Scheitelbeinen verstehen. Eine solche Verbindung besteht aber nur bei den Säugethieren, welche keine Zwischenscheitelbeine besitzen, z. B. bei Sus; also kommt auch hier nur eine wirkliche Lambdanaht vor. Da, wo jene vorhanden sind, werden für die Nähte besondere Bezeichnungen nothwendig, wenn wir nicht hier willkürlich die Homologie vernachlässigen wollen.

Die Nähte, welche die Ossa interparietalia mit ihrer Umgebung verbinden, könnten nicht unpassend als Suturae Wormianae bezeichnet werden, und zwar die Verbindung mit den Scheitelbeinen als Sut. Wormiana ant., die mit der Squama des Hinterhauptes als Sut. Worm. post. Als Sutura lambd. würden dann bei Anwesenheit der Zwischenscheitelbeine an den Aussenenden derselben nur diejenigen Nahtreste gelten, in welche sich die beiden Sut. Worm. vereinigen, und die noch eine unmittelbare Verbindung zwischen Hinterhaupt und Scheitelbeinen oder Schläfenbeinen resp. Os petrosum herstellen.

Man würde also nach der Persistenz der Nähte drei Kategorien in der Verbindung des Hinterhaupts mit dem Mittelhaupt unterscheiden:

1. wirkliche Lambdanaht (Sus. Nasua etc.),
2. Sut. Wormiana ant. (Homo) und
3. Sut. Worm. post. (z. B. Loncheres).

Die hier mitgetheilten Resultate wurden gewonnen bei einer Untersuchung der Unterschiede zwischen dem Menschen- und Affenschädel. Hierbei stellte sich als wichtigstes Ergebniss heraus, dass dem Affenschädel die interparietalia fehlen, und die Schuppe des Hinterhaupts unmittelbar mit den Scheitelbeinen in Verbindung tritt. Meine Untersuchungen des fötalen Affenschädels wurden ausschliesslich an Embryonen des Mycetes ursinus gemacht. Man könnte daher gegen eine Verallgemeinerung der Resultate leicht den Einwand erheben, dass der Schädel des Brüllaffen eine zu extreme Form sei, um Schlüsse auf die Allgemeinheit zu gestatten. Dagegen ist zu bemerken, dass die abweichende Form des Brüllaffenschädels sich noch

nicht im jugendlichen Alter zeigt, sondern in ihrer Entwicklung gleichen Schritt hält mit der des Stimmapparates.

Schädel neugeborener Brüllaffen unterscheiden sich im allgemeinen Habitus nicht von den eben so alten Schädeln anderer Affen, wie überhaupt die Schädel aller Affen in früher Jugend einander sehr ähnlich sind. Ich glaube, dass selbst den anthropomorphen Affen Zwischenscheitelbeine fehlen, sie also eine wirkliche Lambdanaht besitzen, obgleich z. B. bei Troglodytes die Squama des Hinterhauptes eine zwischen den Scheitelbeinen vorgeschobene Ecke besitzt. Eine Untersuchung früher Entwicklungsstufen wird allein die Sache definitiv entscheiden können.

Ueber einen Kehlkopf des Menschen mit theilweise ausserhalb desselben gelagerten seitlichen Ventrikelsäcken — Sacci ventriculares extra-laryngei laterales — (Unicum, Gorilla- und Orang-Utang-Bildung).

Von

Dr. Wenzel Gruber,
Professor der Anatomie in St. Petersburg.

Hierzu Tafel XV.

Vor 5 Jahren (7/19. März 1869) bestimmte ich die Leiche eines Mannes zur Präparation der Regionen, behufs deren Demonstration bei den nach einigen Tagen stattfindenden anatomischen Examina der Candidaten zum Doctorgrade.

Dem dazu beauftragten Präparator, nachdem er den M. subcutaneus colli der rechten Seite dargestellt, ihn durchschnitten und zurückgeschlagen hatte, fiel eine kleine flache Geschwulst unter der Halsfascie, — am Ende des Sulcus hyothyreoideus und etwas darunter auf der Cartilago thyreoidea, — auf, welche beim Anfühlen als lufthaltig sich erwies. Ich wurde davon sogleich in Kenntniss gesetzt, untersuchte sie und auch die betreffende Stelle an der noch intacten linken Seite des Halses und fand hier gleichfalls eine schwache Erhöhung. Ich liess auch an dieser Seite die Haut und den M. subcutaneus colli ablösen und sah entsprechend der früher bemerkten schwachen Erhöhung an der Haut, unter der Fascie eine ähnliche aber grössere, lufthaltig sich anfühlende Geschwulst als an der rechten Seite. Ich nahm von nun an die Präparation

selbst vor und fand jederseits unter der Fascie einen zusammengefallenen, etwas Luft enthaltenden Beutel. Nachdem die Lage der Beutel genügend ausgemittelt war, wurde die Zunge mit dem Kehlkopf und dessen Annexa aus der Leiche herausgeschnitten. Jetzt wurde der Kehlkopf-Eingang geschlossen und durch die Luftröhre Luft eingeblasen. Augenblicklich füllten sich beide Beutel mit Luft prall an, die nicht spontan, sondern erst durch Compression sich entleerten. Ich überzeugte mich, dass ich es in der That mit theilweise ausserhalb des Kehlkopfes gelagerten Blindsäcken seiner Ventrikel, die mit ihrer Endpartie seitlich durch das Spatium hyo-thyroideum ausserhalb des Kehlkopfes verlängert sind, also mit Sacci ventriculares extra-laryngei laterales zu thun habe, wie ich schon gleich bei ihrem Sichtbarwerden vermuthet hatte. Das Präparat wurde wohl aufbewahrt. Erst vor einiger Zeit nahm ich dessen Zergliederung vor, deren Resultate ich in diesem Aufsatze vorlege.

Der Beschreibung dieses in meiner Sammlung aufbewahrten, merkwürdigen Falles beim Menschen, wie ein ähnlicher, meines Wissens, in der Literatur noch nicht verzeichnet ist, werde ich Betrachtungen über die gewöhnlichen Blindsäcke der Ventrikel des Kehlkopfes — Sacci ventriculares intra-laryngei — beim Menschen vorausschicken, dann derselben Betrachtungen über die grösstentheils ausserhalb des Kehlkopfes befindlichen Luftsäcke bei den anthropomorphen Affen folgen lassen, um die Beweise liefern zu können, dass die im vorliegenden Falle bei dem Menschen aufgetretenen seitlichen Kehlkopfventrikel-Luftsäcke — Sacci ventriculares extra-laryngei laterales — analog sind denselben beim Gorilla und Orang-Utang in deren jugendlichem Alter.

A. Betrachtungen über die gewöhnlichen Kehlkopf-Ventrikelsäcke — Sacci ventriculares intra-laryngei — beim Menschen.

Die Schleimhaut des Kehlkopfes dringt jederseits zwischen den Ligamenta thyreo-arytaenoidea horizontal gegen die Cartilago thyreoidea auswärts, um eine Tasche, welche die Form des Segmentes einer Scheibe beschreibt, zu bilden. Die Wand

dieser Tasche stülpt sich aber in der Regel in einen Anhang oder supplementären Sack aus.

Die Tasche ist die Kehlkopfstasche — Ventriculus s. Sinus laryngeus (= horizontale Portion des Ventrikels — mancher deutschen und französischen Anatomen —, Atrium des Ventrikels — C. L. Merkel —). — Sie war schon von Galen, der ihr auch den Namen „Ventriculus" gegeben hatte, u. A. gekannt. Nachdem sie fast 1700 Jahre in Vergessenheit gerathen war[1]), hat sie J. B. Morgagni[2]) retablirt, den von Galen ihr gegebenen Namen „Ventriculus" beibehalten und „laryngis" beigefügt.

Der supplementäre Sack ist der Blindsack des Ventrikels der Anatomen — Saccus ventriculi laryngis — (Appendix ventriculi laryngis — Morgagni; verticale Portion des Ventrikels mancher Anatomen; Arrière-cavité — Cruveilhier —). Morgagni[3]) hat diesen Sack zuerst erwähnt. Er ist somit dessen Entdecker, so wie er Wiederentdecker des Ventrikels ist.

Der elliptische oder kahnförmige Ventriculus laryngis variirt an Grösse. Er kann bis 18—20 Mill. lang, bis 6—7 Mill. transversal und bis 4—6 Mill. vertical weit vorkommen.

Der Saccus ventriculi laryngis stülpt sich von der oberen Wand des Ventriculus in verschiedener Strecke derselben, von deren vorderer oder mittlerer Partie und zwar dort vom vorderen Ende, oder hinter demselben, oder der ganzen vorderen Hälfte aus. Derselbe steigt in der Plica aryepiglottica von einer verdünnten Fortsetzung der elastischen Membrana quadrangularis, oder von einer fibrösen Hülle (fibrous investment) vom Lig. thyreo-arytaenoideum superius nach den englischen Anatomen umgeben, unter welcher, in einem eigenthümlichen Fett verborgen, die zahlreichen Drüsen seiner Schleim-

1) J. C. A. Mayer. Beschr. d. g. menschl. Körpers. Bd. IV. Berlin und Leipzig 1786. S. 128.

2) Advers. anat. Lugd. Bat. 1723. 4⁰. Adv. I. p. 16—17 § 16.

3) Op. cit. p. 16. „. . . . " nam qua parte epiglottidis basi appropinquant, illic majore modo, modo minore adjecta appendici cavitates altiores sunt, quod facile immisso stylo observabitis.

haut gelagert sind, zwischen der Membrana quadrangularis einwärts, dem vorderen und oberen Theile der Seitenplatte der Cartilago thyreoidea auswärts und von der Epiglottis seit- und rückwärts, bald vertical, bald und gewöhnlicher etwas schräg und gekrümmt auf- und rückwärts, wodurch er leicht rückwärts geneigt erscheint. Er kann ganz fehlen, nur durch eine unbegrenzte, niedrige Erhöhung des Ventrikels angedeutet sein; kann kurz auftreten und nur im Bereiche der Cartilago thyreoidea sich befinden; kann aber auch bis zu deren oberem Rande, zur Mitte der Höhe der Membrana hyo-thyreoidea oder bis zum Zungenbein oder hinter dasselbe, in seltenen Fällen bis unter die Schleimhaut hinter der Zungenwurzel, d. i. unter die Fossa glosso-epiglottica, reichen und in diesen Fällen im ausgedehnten Zustande deren Grund bucklig erheben, wie Andere und ich sahen. Ph. C. Sappey[1]) hat in einem Falle die Säcke unter die Schleimhaut des Zungengrundes so sehr vorgerückt gefunden, dass jeder von der vorderen Fläche der Epiglottis 15 Mill. vorgestanden hatte. Ich habe grosse, ovale, leicht gekrümmte Säcke, welche von dem vorderen Drittel oder der vorderen Hälfte des Ventrikels ausgegangen waren, bis hinter das Zungenbein unter die Fossa glosso-epiglottica sich erheben uud mit ihrem rückwärts geneigten Scheitel, der über die hintere Wand der hinteren Hälfte des Ventrikels hinaus sich erstreckte, theilweise einwärts vom Sulcus hyo-thyreoideus, rückwärts von den Mm. hyo-thyreoidei liegen gesehen.

Der Sack hat nicht immer dieselbe Gestalt. J. Hilton[2]) sah den ausgedehnten Sack manchmal fast kegelförmig (mit seiner Basis abwärts) manchmal birnförmig (mit dem breiteren Theile aufwärts), hier und da fast cylindrisch und meistens leicht nach rückwärts gebogen. J. Cruveilhier[3]) und A. verglichen eines einer Formen gut mit der einer Phrygischen

---

1) Traité d'anat. descr. Tom. III. Paris 1857—1864. p. 375.

2) Description of the sacculus or pouch in the human larynx — Guy's Hospital Reports. Vol II. London 1837. p. 520. Fig. 1. k. l.

3) Traité d'anatom. descr. 3. Edit. Tom. III. Paris 1852. p. 531.

Mütze. Nach C. L. Merkel[1]) ist seine Form fusssackartig. Nach J. Henle[2]) ist er im transversalen Durchmesser comprimirt dreiseitig mit aufwärts gerichteter stumpfer Spitze. Den Sack durch eine „Bride transversale“ in zwei Partien getheilt, also gefächert, hat Cruveilhier[3]) beobachtet.

Die Communicationsöffnung des Sackes kommt länglichrund, oval, elliptisch vor, ist im Allgemeinen spaltförmig. Sie ist bald und häufig eingeschnürt, bald nicht eingeschnürt. An ihren Polen können schmale, halbmondförmige, gegen das Centrum der Oeffnung gerichtete Falten auftreten aber auch ganz fehlen. Die Falten sind bald doppelt, also an beiden Polen, bald einfach, also nur an einem derselben, zugegen. Sind beide Falten da, so sitzt die vordere, nach Hilton[4]), gerade um 1''' (2—2·5 Mill.) höher als die hintere.

Die Grösse des Sackes variirt. Seine Höhe (Länge) wird 4—12 Mill. gross und mehr signalisirt. Ich sah ihn so hoch und noch höher. Seine Weite in sagittaler Richtung variirt von etwa 6 Mill. aufwärts. Seine Weite in transversaler Richtung ist für gewöhnlich, wo die Wände aneinander liegen, fast null; dieselbe, wenn der Sack durch die von unten eindringende Luft ausgedehnt ist, geringer als die Weite in sagittaler Richtung. Die Weite der Communicationsöffnung sah ich in sagittaler Richtung 5—8 Mill., in transversaler 2—4 Mill. variiren. An einem Kehlkopfe mit enorm grossen Säcken, dessen ich oben erwähnte, war der rechte Sack 2·6 Cent. lang, in sagittaler Richtung bis 1·3 Cent. weit und mit einer 8 Mill. langen und 2 Mill. weiten Communicationsöffnung begabt; der linke Sack: sogar 3 Cent. lang, in sagittaler Richtung 1·6 Cent. weit und mit einer 6 Mill. langen und 2 Mill. weiten Communicationsöffnung versehen.

Auf der unteren Partie der äusseren Seite des Sackes liegt der

---

4) Anat. u. Physiol. d. menschl. Stimm- u Sprachorgans. Leipzig 1857. S. 108. Fig. 35. p.

2) Handb. d. Eingeweidelehre d. Menschen. Braunschweig 1866. S. 262.

3) A. a. O.

4) A. a. O.

Musculus thyreo-arytaenoideus externus, wovon nach Hilton[1]) einige kurze Bündel, unmittelbar nach ihrem Ursprunge von der Cartilago thyreoidea, an die untere und äussere Partie des Sackes sich inseriren. Während J. Henle[2]) seinen M. thyreo-ary-epiglotticus auf der äusseren Seite des Sackes gelagert abbildet, lassen englische Anatomen[3]) nach Hilton[4]) eine dünne Schicht von Muskelfasern über dem oberen Ende und auf der oberen Hälfte oder auf den oberen zwei Dritteln der inneren Seite des Sackes verlaufen. Diese Muskelschicht nennt Hilton: „M. ary-epiglotticus inferior s. Compressor sacculi laryngis". Sie ist nach Hilton von dem in der Plica ary-epiglottica verlaufenden M. ary-epiglotticus superior durch einen Zwischenraum getrennt, mit diesem aber verbunden nach Anderen. Sowohl der M. thyreo-arytaenodeus als auch der M. ary-epiglotticus bewirken nach Hilton Abnahme der Capacität und Veränderung der Form des Sackes.

Der Sack erhält nach Hilton[5]) und A. seine Nerven vom Nervus laryngeus superior[6]).

---

1) A. a. O. p. 522.

2) A. a. O. S. 200 Fig. 192.

3) Quain. Elements of anatomy. 6. Edit. Vol. III. London, 1856. p. 208. Fig. 316 b; 7. Edit. Vol. II. London, 1867. p. 914. Fig. 642 b.

4) A. a. O. Fig. 3r.

5) A. a. O. p. 522. Fig. 5 g.

6) 1. Bei 10 Embryonen mit der Länge von 9·5–26·3 Cent. (von dem Scheitel zur Steissbeinspitze), welche ich auf das Vorkommen des Blindsackes untersucht hatte, war dieser immer zugegen, aber vom eigentlichen Ventrikel (Atrium) nicht abgegrenzt. Bei neugeborenen Kindern habe ich ihn immer vorgefunden. Er ist bei diesen sogar unverhältnissmässig grösser als bei Erwachsenen. Der Eingang ist unverhältnissmässig gross, von dem Ventrikel jedoch rückwärts gewöhnlich durch eine Falte und Einschnürung abgegrenzt.

2. Bei einem 42jährigen Manne traf ich im rechten Blindsacke einen platten, an der Oberfläche faltigen, fibrösen Polypen. Er ging 1·5 Cent. hoch von der vorderen Wand des Sackes ab und war 8 Mill. lang.

B. Beschreibung des Kehlkopfes des Menschen mit theilweise ausserhalb desselben gelagerten seitlichen Ventrikelsäcken — Sacci ventriculares extra-laryngei laterales. —

(Fig. 1—3.)

Am knorpligen Skelete des Kehlkopfes sind die Cornua superiora der Cartilago thyreoidea abnorm. Das rechte Cornu (+) weist nämlich über dem unteren Drittel eine Fractur auf. Das Fragment ist vor die Fracturstelle dislocirt und hier wieder verwachsen. Dadurch erhält letzteres eine verticale Stellung, und das ganze Cornu das Aussehen eines nach vorn gedrückten. Es ist 10 Mill. lang, wovon auf das bis 3·5 Mil. dicke Fragment 6 Mill. kommen. Das linke Cornu (+) ist abnorm stark nach ein- und rückwärts gekrümmt. Seine Länge misst 10 Mill., seine sagittale Breite 6 Mill., seine transversale Dicke am Abgang 4 Mill., am Ende 3 Mill.

Auf der äusseren hinteren Fläche dieses linken Cornu superius der Cartilago thyreoidea sitzt, von der Spitze derselben abwärts, eine accidentelle Bursa (q)[1]. Sie hat die Gestalt eines einfachen ovalen Bläschens, welches in verticaler Richtung 7 Mill., in sagittaler 5—6 Mill. und in transversaler 3—4 Mill. misst.

Von den Muskeln zeigen sich die Mm. ary-epiglottici, davon namentlich der linke (l), ungemein entwickelt.

Die Sinus pyriformes verhalten sich wie gewöhnlich. Werden aber die ausserhalb des Kehlkopfes hängenden Beutel ($\gamma \cdot \gamma'$) der Blindsäcke des Kehlkopfes ($r \cdot r'$) von dessen Höhle aus mit Luft oder Flüssigkeit angefüllt, so wölbt sich wenigstens der Boden des Sinus pyriformis der linken Seite vorn beträchtlich hervor.

Rechnet man die Besonderheiten und die zu beschreibenden ganz anomalen Ventrikelsäcke ab, so erweist sich übrigens der Kehlkopf in allen Theilen als normal.

---

1) Diese neue Bursa mucosa kenne ich seit längerer Zeit, habe sie in einer Reihe von Fällen angetroffen, habe auch die Häufigkei ihres Vorkommens bei geflissentlich vorgenommenen Massenuntersuchungen über den Kehlkopf bestimmt, worüber ich zu seiner Zeit berichten werde.

Die Ventrikel (p) haben die normale Form. Jeder ist 15—16 Mill. lang, gewöhnlich hoch. Der rechte ist 6 Mill., der linke aber tiefer. Der Eingang ist an der Mitte 4 Mill. weit. Wie die Ventrikel der Norm in der Regel, hat jeder in seinem Dache eine Oeffnung. Die Oeffnung sitzt an dessen Mitte, aber dem hinteren Ventrikelende näher als dem vorderen. Dieselbe hat eine elliptisch-spaltförmige Form. Sie ist am rechten Ventrikel in sagittaler Richtung 5 Mill., in transversaler Richtung 1—1·5 Mill., am linken Ventrikel in sagittaler Richtung 6 Mill. und in transversaler 2 Mill. weit. An jedem ihrer Pole sitzt eine halbmondförmige Falte. Die Falten liegen gleich hoch, stehen einander gerade gegenüber.

Die Ventrikelsäcke — Sacci ventriculares — dieses Kehlkopfes (r r′) zeichnen sich aber vor den gewöhnlichen aus: durch ihre grösstentheils abnorme Aufstellung; durch ihre ganz abnorme Gestalt; durch ihren enormen Umfang; endlich besonders dadurch, dass sie mit ihrer zu einem Beutel aufgetriebenen Endportion ausserhalb des Kehlkopfes, theilweise auf dessen äusserer Seite, gelagert, also theilweise „Sacci ventriculares extra-laryngei" geworden sind, während die der Norm innerhalb des Kehlkopfes sich ausdehnen, daher „Sacci ventriculares intra-laryngei" darstellen; und dass sie in den seitlichen Abschnitt des Spatium inter-hyo-thyreoideum (No. 3) durchbrechen und rückwärts von den Mm. hyo-thyreoidei (Fig. 1, 2) in das Trigonum omo-hyoideum des Halses gelangen, somit zugleich „Sacci ventriculares extra-laryngei laterales" repräsentiren, wie im Nachstehenden auseinandergesetzt werden wird.

a. Aufstellung.

Jeder Sack steigt in der Plica ary-epiglottica (e), leicht nach rückwärts geneigt, aufwärts (α, α'); nachdem er seitwärts sich geknickt, zieht er vor und theilweise unter dem Boden des Sinus pyriformis schräg aus- und aufwärts zur Membrana hyo-thyreoidea (rechts zugleich vor- und rückwärts) (β, β'); nachdem er endlich die Membrana hyo-thyreoidea (c·c′) durchbohrt hat, wendet er sich eine kurze Strecke nach hinten und kommt rückwärts vom M. hyo-thyreoideus in den hinteren

seitlichen Abschnitt des Sulcus hyo-thyreoideus, wo er als grosser nach allen Seiten namentlich nach oben, ausgedehnter Beutel ($\gamma \cdot \gamma'$) endet, der hier nach abermaliger Knickung nach auf- und einwärts sich erhebt, und zwar in der Art, dass er befreit von seinen Decken über das Os hyoideum rechts 1·5 Cent. links 5 Mill. hinaufreicht.

Der rechte Sack (r) sendet von einer ersten Knickungsstelle ein Nebensäckchen (δ), dass mit einem Stielchen beginnt, auf- und rückwärts ab.

Die Ventrikelsäcke ($r_{,}r'$) haben sich daher in einem frontalen und seitwärts aufsteigenden Zickzack theilweise innerhalb, theilweise ausserhalb des Kehlkopfes aufgestellt, sind theilweise „Sacci ventriculares extra-laryngei."

b. Stelle im Spatium hyo-thyreoideum zum Durchtritte.

Die Stelle der Durchbohrung der Membrana hyo-thyreoidea ($c_{,}c'$) sitzt der hinteren Hälfte der Mm. hyo-thyreoidei (Fig. 2) gegenüber. Sie befindet sich für den rechten Sack: über dem Rande der Cartilago thyreoidea 6 Mill. auswärts vom Lig. hyo-thyreoideum medium und von der Medianlinie 1·8 Cent. entfernt, vorwärts von der Mitte des Lig. hyo-thyreoideum laterale 2·2 Cent. und von dem Cornu superius der Cartilago thyreoidea 2·5 Cent.; für den linken Sack: gleich über dem Rande der Cartilago thyreoidea, auswärts vom Lig. hyo-thyreoideum medium und von der Medianlinie entfernt 2 Cent., vorwärts von der Mitte des Lig. hyo-thyreoideum laterale 2·5 Cent. und vor dem Cornu superius der Cartilago thyreoidea 1·5 Cent.

Die Ventrikelsäcke passiren somit die Seiten des Spatium inter-hyo-thyreoideum hinter den äusseren Portionen der Mm. hyo-thyreoidei und treten rückwärts von diesen hervor, sind also auch „Sacci ventriculares extra-laryngei laterales." —

c. Gestalt.

Jeder Sack ($r_{,}r'$) hat die Form eines Schlauches, welcher nach dem Verlaufe einer zickzackförmigen Linie in 3 Portionen (Schenkel): in eine untere innere, in eine mittlere und in eine

obere äussere geknickt ist. Vom rechten Sack geht noch ein Nebensäckchen aus. Beide Säcke beginnen an den Ventrikeln mit einer Einschnürung. Mit Einschnürungen ist an beiden Knickungsstellen der linke Sack, an der inneren Knickungsstelle auch der rechte Sack versehen.

Die untere Portion bildet einen seitlich comprimirten, mit der Spitze aufwärts gekehrten und leicht rückwärts geneigten, an der lateralen Seite der letzteren mit einer Oeffnung in die mittlere Portion, an seiner Basis mit einer Oeffnung in den Ventrikel versehenen vertical gestellten kegelförmigen oder trichterförmigen Sack (α, α').

Die mittlere Portion stellt ein Sförmig gekrümmtes, schräg auf- und auswärts (rechts zugleich vorwärts, links zugleich rückwärts) gerichtetes Rohr (β, β') dar, dessen innere Oeffnung mit der unteren Portion, dessen äussere Oeffnung mit der oberen Portion communicirt. Die obere Portion erscheint als ein dreiseitiger, mit der Spitze auf-, mit der Basis abwärts gekehrter Beutel (γ, γ'). Der rechte Beutel (γ) ist in sagittaler Richtung, der linke (γ) in transversaler comprimirt. Der rechte Beutel weist unter seiner Spitze eine seichte ringförmige Einschnürung, der linke Beutel aber eine etwas tiefere in einer Spirale verlaufende Einschnürung auf, welche letzterem ein dem Gehäuse einer Schnecke nicht unähnliches Aussehen (bei der Seiten- und Rücken-Ansicht) verleiht. Die Mündung der mittleren Portionen in den Beutel befindet sich an dem rechten Beutel an dessen unterer innerer Ecke, an dem linken Beutel an dessen unterer hinterer Ecke. (Fig. 2, 3).

Das von der Spitze der unteren Portion des rechten Sackes gemeinschaftlich mit der mittleren Portion abgegangene, von dieser mittels eines Stielchen getrennte Nebensäckchen (δ) hat die Form eines ovalen, seitlich comprimirten einfachen Bläschens.

Die kegelförmige untere Portion ist analog dem Ventrikelsack der Norm, die beiden anderen Portionen sind supernumeräre. —

d. Lage.

Die untere kegelförmige Portion liegt ziemlich vertical in

der Plica ary-epiglottica (e). An der äusseren Seite ihrer Basis liegt der M. thyreo-arytaenoideus externus, über ihrer Spitze und an der inneren Seite derselben der M. ary-epiglotticus (l).

Die mittlere, röhrenförmige Portion liegt vor und unter der Schleimhaut des Sinus pyriformis.

Die obere, äussere, beutelförmige Portion hat folgende Lage:

Jeder Beutel liegt von der Haut, von dem M. subcutaneus colli und von der Halsfascie, in der die Vena facialis antica eingehüllt verläuft, bedeckt, von laxem Bindegewebe und etwas Fett umgeben: im vorderen oberen Winkel des Trigonum omohyoideum, aufwärts von der Glandula submaxillaris und ihrer von der Halsfascie gebildeten Capsula hyo-maxillaris, ferner vom hinteren Bauche des M. digastricus und vom M. stylohyoideus, abwärts vom N. hypoglossus, und in der Tiefe abwärts vom Os hyoideum im lateralen Theile des Sulcus hyo-thyreoideus und zwar im Dreiecke zwischen dem Os hyoideum, dem M. hyo-thyreoideus und dem M. thyreo-pharyngeus.

Beide Beutel liegen, namentlich im zusammengefallenen Zustande ausserdem noch: aussen am Kehlkopfe, und zwar der rechte: auf dem oberen Theile der Cartilago thyreoidea vor dem Cornu superius dieser Seite und etwas auf dem M. hyothyreoideus; der linke: auf dem äusseren Theile des M. hyothyreoideus vorwärts vor der Linea obliqua der Cartilago thyreoidea bis unter die Mitte der Höhe der letzteren abwärts.

Beide Beutel liegen endlich auch vor der Art. carotis externa und vor dem Ursprunge der Art. thyreoidea superior, und der linke nimmt selbst vor dem Endstücke der Art. carotis communis Platz.

Jeder Beutel hat einwärts von sich den fächerförmig in seine Aeste ausstrahlenden N. laryngeus superior (s) und einwärts und abwärts von sich auch die Vasa laryngea superiora (t) gelagert.

Zu den Beuteln sah ich sicher ein Aestchen jenes Nerven, welches von dessen Halse aus in seine Wand eindrang, und Aestchen dieser Arterie treten.

Das Nebensäckchen des rechten Sackes ist unter der Schleimhaut der äusseren Wand des Sinus pyrifornis an der inneren Fläche der Cartilago thyreoidea mit $\frac{3}{5}$ und an der Membrana hyo-thyreoidea mit $\frac{2}{5}$ seiner Länge, schräg auf- und rückwärts hinter der mittleren Portion, davon bis auf eine Distanz von 5 Mill. divergirend gelagert.

Jeder Sack hat somit für jede seiner drei Portionen einen besonderen Ort zur Lagerung. Je weiter seitwärts der Ort, desto höher liegt die betreffende Portion. Zwei seiner Portionen nehmen im Kehlkopfe, eine ausserhalb desselben Platz, erstere sind intra-laryngeale, letztere ist eine extra-laryngeale. Die untere Portion stellt den Saccus ventricularis intra-laryngeus der Norm, die obere Portion einen Saccus ventricularis extra-laryngeus und die mittlere den Communicationsgang zwischen beiden dar. —

e. Grösse.

Der rechte Sack ist 5 Cent. lang, wovon auf die untere, kegelförmige Portion 1·4 Cent., auf die mittlere, röhrenförmige 1·2 Cent. und auf die obere, beutelförmige Portion 2·4 Cent. kommen; der linke Sack ist 6·3 Cent. lang, wovon auf die erstere Portion 1·5 Cent., auf die andere Portion 1·8 Cent. und auf die dritte Portion 3 Cent. kommen.

Die Weite in sagittaler Richtung an der kegelförmigen Portion des rechten Sackes beträgt: an der Basis 9 Mill., an der Spitze 3. Mill.; die Weite in transversaler Richtung: an der Basis 6 Mill., an der Spitze 2—3 Mill.; die Weite in sagittaler Richtung derselben Portion am linken Sacke beträgt: an der Basis 10 Mill., an der Spitze 6 Mill.; die Weite in transversaler Richtung derselben: an der Basis 8 Mill., unter dem Abgange der röhrenförmigen Portion 7 Mill. und an der Spitze 4—5 Mill.

Die mittlere, röhrenförmige Portion des rechten Sackes hat einen Durchmesser von 2 Mill.; die des linken einen Durchmesser von 11 Mill. in der Mitte und 10 Mill. an den etwas eingeschnürten Enden.

Der rechte Beutel misst in verticaler Richtung: 2·4 Cent.,

in sagittaler: 1·5 Cent. und in transversaler: unten 2·2 Cent.; der linke Beutel misst in verticaler Richtung: 3 Cent., in sagittaler: 2·2 Cent. und in transversaler: bis 1·8 Cent.

Das gemeinschaftlich mit der röhrenförmigen Portion des rechten Sackes von der kegelförmigen unter einer Einschnürung von 3 Mill. Weite abgegangene Nebensäckchen ist 10 Mill. in verticaler Richtung, 5 Mill. in sagittaler und 3 Mill. in transversaler weit.

Der linke Sack ist somit länger und in allen seinen Abtheilungen weiter als der rechte.

f. Bau.

Jeder Sack besteht aus zwei in einander geschobenen membranösen Schläuchen. Den inneren Schlauch bildet die vom Ventrikel ausgestülpte Schleimhaut. Den äusseren Schlauch bildet innerhalb des Kehlkopfes, also für die untere kegelförmige Portion und die mittlere röhrenförmige Portion, eine dünne Fortsetzung der elastischen Membrana quadrangularis, welche sich an der Membrana hyo-thyreoidea verliert; ausserhalb des Kehlkopfes, an der obigen beutelförmigen Portion, eine dünne Fortsetzung der Membrana hyo-thyreoidea, welche überall vom Beutel leicht ablösbar ist, besonders aber die Einsenkung der mittleren Portion in ihn lax einhüllt. An der unteren, kegelförmigen, in der Plica ary-epiglottica aufsteigenden Portion des Sackes sieht man seine äussere Fläche mit zahlreichen Schleimdrüsen, wie den Ventrikelsack der Norm, besetzt; an den beiden anderen Portionen fehlen die Schleimdrüsen vollständig. Die röhrenförmige Portion deckt die Schleimhaut des Bodens des Sinus pyriformis, und die beutelförmige Portion liegt, wie oben angegeben, von etwas Fett und laxem Bindegewebe umgeben unter der Halsfascie.

g. Ursache der nicht spontanen Entleerung der angefüllten beutelförmigen Endportion des rechten Ventrikelsackes und dieser mit der mittleren Portion des linken Ventrikelsackes.

Nicht nur am intacten Kehlkopfe, sondern auch dann, als seine Ventrikelsäcke durch Zergliederung in ihrem ganzen

Verlaufe blosgelegt waren, blieben dieselben, nach ihrer Anfüllung, und zwar am rechten die beutelförmige Endportion, am linken diese und die mittlere, röhrenförmige Portion in diesem Zustande.

Der Durchtritt der engen röhrenförmigen Portion des rechten Sackes durch einen Spalt der Membrana hyo-thyreoidea erklärt dies leicht. Im linken Sacke muss aber am Uebergange der kegelförmigen Portion in die röhrenförmige, an der Stelle der Einschnürung, eine aufsteigende Klappe vermuthet werden, welche den Sack am Anfange der röhrenförmigen Portion von innen nach aussen schliesst und von aussen nach innen öffnet, so weit die Untersuchungen ohne Aufschneiden des Sackes ergeben, das wegen Erhaltung des Präparates unterlassen werden musste.

h. Bedeutung und Werth ihrer Kenntniss.

Die Sacci ventriculares extra-laryngei laterales dieses Kehlkopfes sind eben so wenig pathologischen Ursprunges, wie die zur Beobachtung gekommenen seltenen Fälle ungemein entwickelter Sacci ventriculares intra-laryngei.

Insofern aber die Säcke mit einem Verhalten aufgetreten sind, wie dieselben beim Gorilla und Orang-Utang in der Jugend, — ist ihre Kenntniss vom morphologischen Standpunkte aus von Werth. —

Da die Leiche dieses Mannes zu jenen gehörte, welche bei ihrer Ankunft im Institute für die praktische Anatomie nicht so bezeichnet waren, um unter den vielen Todtenscheinen den auf sie lautenden herauszufinden; so war das Einziehen von Erkundigungen auf etwaige durch die Säcke bedingte Erscheinungen im Leben des Mannes, welche Schlüsse auf die Zeit ihrer Verlängerung ausserhalb des Kehlkopfes, vielleicht auf die Function der Ventrikelsäcke überhaupt gestattet hätten, nicht ermöglicht. Sie konnten somit für die Physiologie nicht verwerthet werden. —

Es würde jedoch eine Verwundung am Halse in der Gegend des Sitzes ihrer beutelförmigen Endportionen eine Luftfistel zur Folge gehabt haben, welche mit anderen Erscheinungen hätte

vorkommen müssen als andere Luftfisteln im Spatium hyo-thyreoideum, die nicht mit der Kehlkopfshöhle communiciren. Die Kenntniss der Möglichkeit ihres Vorkommens verdient daher vom chirurgischen Standpunkte aus einige Beachtung. —

C. Betrachtungen über die bei den anthropomorphen und einigen anderen niederen gestellten Affen mit ausserhalb des Kehlkopfes gelagerten medianen und seitlichen Ventrikelsäcken — Sacci ventriculares extra-laryngei mediani et laterales. —

1. Beim Gorilla.

Beim völlig ausgewachsenen Thiere verhalten sich nach Duvernoy[1]) die Larynxsäcke (Poches aériennes ou laryngiennes) auf folgende Weise:

Jeder Ventrikel communicirt mit einem Sack. Jeder Sack liegt auswärts von der Plica ary-epiglottica zur Seite der Epiglottis und verlängert sich seitwärts durch das Spatium hyo-thyreoideum, d. i. zwischen dem Os hyoideum, der Cartilago thyreoidea, dem äusseren Rande des M. hyo-thyreoideus und dem Lig. hyo-thyreoideum laterale, auf die vordere und äussere Seite des Larynx. Er theilt sich in zwei Aeste: einen langen, blind endigenden lateralen und einen kurzen, offenen medialen. Der laterale Ast nimmt auswärts von den Mm. sterno-hyoideus und omo-hyoideus, einwärts vom M. cleido-hyoideus Platz und erhebt sich bis zum Angulus maxillare inferioris. Der mediale Ast vereinigt sich mit dem der anderen Seite zum grossen Hauptsacke (Poche laryngienne centrale ou principale), welcher vom Körper des Zungenbeines vor dem Larynx bis zum Vordertheile des Thorax niedersteigt. Der genannte mediale Ast mit dem ausserhalb des Larynx befindlichen Theile des lateralen Astes bildet jederseits den oberen oder vorderen lateralen Nebensack (Poche l. laterale supérieure

1) „Des caractères anat. des grands singes pseudo-anthropomorphes." 3e Mém., 3e Part. Chap. 1. §. V. — Arch. du Museum d'hist. nat. Tom. VIII. Paris 1855–1856. 4° p. 201—203, Pl. VIII. Fig. 1, 2; Pl. XII. Fig. D. a, a', bb, cc, dd'd''; Pl. XIV. Fig. A, A', A'' Pl. XV. Fig. AA' pld, plg. —

ou antérieure) des Hauptsackes. Der mediane Hauptsack giebt etwa in der Mitte seiner Länge jederseits einen zweiten Nebensack ab und theilt sich in zwei Endnebensäcke, Jeder von der Mitte abgegangene, zweite oder mittlere Nebensack (P. l. moyenne) zieht auswärts vom oberen Nebensack quer und geschlängelt über der Clavicula hinter dem M. cleidomastoideus über die Schulter, wo er endigt. Jeder Endnebensack (Poche l. inférieure ou postérieure) läuft auch quer und geschlängelt. Er umgiebt halfterförmig eine Partie der Muskeln des Thorax, begiebt sich unter die Portio clavicularis des Deltoideus, dringt unter der Sehne des Pectoralis major und unter der zweiten Portion des Pectoralis minor bis in die Achselhöhle und unter dieser auf die Seite des Thorax. Duvernoy[1]) spricht beim jungen Gorilla ausser dem Vorkommen zweier lateralen Säcke, welche im hinteren und äusseren Theile des Spatium hyo-thyreoideum hervorragen, noch von zwei medialen Säcken, welche zwischen den Mm. sternohyoidei erscheinen. Allein in der Erklärung der Pl. XII. a. bemerkt er über den ausgewachsenen Gorilla: „Partie centrale de la poche qui touche, dans sa portion supérieure, à l'os hyoide et au larynx, sans s'y ouvrir directement[2])." Daraus geht wohl hervor, dass der Hauptsack des Gorilla nur durch die oben angegebenen lateralen Communicationsgänge mit den Larynxventrikeln in Verbindung steht.

Die Wände des ästigen Hauptsackes sind nach Duvernoy zellig-fibrös. Er hat daran weder muskulöse noch elastische Fasern nachweisen können. Die Höhlen der Säcke hat er durch Einschnürung getheilt, mit Falten, und, in Folge der vielen Krümmungen, wie mit unvollständigen Scheidewänden versehen, angetroffen.

Der Gorilla hat somit ausserhalb des Larynx zwei Luftsäcke — Sacci extra-laryngei — die in der Jugend des Thieres separirt sind, im vorgerückteren Alter sich aneinander legen, mit einander verwachsen und, wohl in Folge des

1) A. a. O. p. 201.

2) A. a. O. Explic. des Planches p. 243.

Schwundes der Scheidewände, zu einem grossen Hauptsacke — Saccus principalis extra-laryngeus — verschmelzen, (wie nach dem Verhalten derselben Säcke beim Orang-Utang geschlossen werden kann.) Die Säcke sind Verlängerungen der Schleimhaut der Ventrikel — Sacci ventriculares extra-laryngei — und zwar seitliche Ventrikelsäcke — Sacci ventriculares extra-laryngei laterales, — weil sie durch den seitlichen Theil des Spatium hyo-thyreoideum aus dem Larynx nach aussen sich verlängert haben. —

2. Beim Chimpansé.

Beim Chimpansé hatte G. Sandifort[1]) die Schleimhaut des linken Ventrikels des Larynx in einen runden Sack, zwischen die Basis des Os hyoideum und die Cartilago thyreoidea sich verlängern gesehen. Mit dem rechten Ventrikel hatte der Sack keine Gemeinschaft,

Bei einem jungen weiblichen Chimpansé hat W. Vrolik[2]) nur einen einzigen Luftsack angetroffen. Dieser war vom linken Ventrikel ausgegangen. Der Sack hatte sich bereits aus dem Larynx hinaus verlängert. Er hatte jedoch nicht, wie beim Gorilla, auswärts vom M. hyo-thyreoideus, sondern einwärts davon das Spatium hyo-thyreoideum durchbrochen und war zwischen den Mm. sterno-hyoidei vor die Cartilago thyreoidea unter die Halsfascie und unter den M. subcutaneus colli gedrungen. Der Sack lag unmittelbar unter dem Mittelstücke des Os hyoideum vor dem Winkel der Cartilago thyreoidea herab. Er hatte die Gestalt eines einfachen ovalen Beutels. C. Mayer[3]) aber, welcher 10 Jahre später den Larynx vom Chimpansé beschrieben hatte, glaubte, dass der

---

1) Ontleedkundige Beschouwing von een volwassen Orang-Oetan (Simia Satyrus. Linn.) p. 33. — Verhandel. o. d. natural. Gesch. de Nederl. overzeesche Bezittingen. Zoologie. Leiden 1839—1844. Fol. —

2) Recherches d'anat. comp. sur le Chimpansé. Amsterdam, 1841. Fol. p. 44 Pl. II. Fig. 2 h, Fig. 3 F; Tab. VI. Fig. 5 a.

3) Ueber d. Bau d. Organes d. Stimme b. d. Menschen, d. Säugethieren u. s. w. — Nov. act. Acad. nat. curios. Vol. XXIII. P. II. Wratislaviae et Bonnae 1852. 4° p. 670—671.

Larynx dieses Thieres bis dahin noch nicht beschrieben worden war, hat zwar beide bis zur Zunge verlängerte Säcke innerhalb des Larynx angetroffen, aber keine Verlängerungen derselben ausserhalb desselben. Duvernoy[1]) hatte beim Chimpansé an drei nicht alten Exemplaren, worunter ein weibliches, die Existenz zweier Säcke constatiren können. Jedem Ventrikel gehörte einer derselben. Sie waren klein und communicirten wie beim Gorilla und Orang-Utang durch eine Oeffnung mit dem Ventrikel der entsprechenden Seite. Leider hat Duvernoy anzugeben vergessen, ob dieselben aus dem Larynx sich verlängert hatten oder nicht, und, im ersteren Falle, an welchen Stellen sie das Spatium hyo-thyreoideum durchbrochen hatten. R. Owen[2]) hat bei einem jungen Chimpansé, den er zergliedert hatte, von beiden Ventrikeln Säcke hervordringen gesehen. Dieselben hatten sich innerhalb des Os hyoideum und der Cartilago thyreoidea aufwärts ausgedehnt. Von denselben hatte sich jedoch nur der linke allein unter das leicht verbreiterte und ausgehöhlte Mittelstück des Os hyoideum in Gestalt eines vor den oberen Theil des Mittelstückes der Cartilago thyreoidea gelagerten, ovalen Beutels verlängert, welcher in sagittaler Richtung seinen grössten Durchmesser hat.

Darnach kommen auch beim Chimpansé zwei von den Ventrikeln aus verlängerte Luftsäcke, also Ventrikelsäcke — Sacci ventriculares laryngis — vor. Es scheint aber, dass gewöhnlich nur einer aus dem Larynx nach aussen dringt, während der andere im Innern desselben verbleibt. Die nach aussen sich verlängernden Ventrikelsäcke — Sacci ventriculares extra-laryngei — dringen jedoch nicht durch den seitlichen Theil des Spatium hyo-thyreoideum, rückwärts vom M. hyo-thyreoideus, wie dies beim Gorilla geschieht, sondern durch den medianen Theil des Spatium hyo-thyreoideum, zwischen den Mm. hyo-thyreoidei und Mm. sterno-hyoidei unter die Halsfascie und den M. subcutaneus colli. Sie sind somit me-

1) A. a. O. p. 204.

2) Anat. of. Vertebrates. Vol. III, London, 1868. p. 600. Fig. 475 a, a, b.

diane Ventrikelsäcke — Sacci ventriculares extra-laryngei mediani, — welche, so weit Beobachtungen vorliegen, keinen grossen Umfang, gewiss nicht den der Säcke des Gorilla oder Orang-Utang erreichen. —

3. Beim Orang-Utang.

Peter Camper[1]) hat die Luftsäcke dieses Affen zuerst beschrieben. Er hatte auf ihr Verhalten 4 Exemplare, davon das erste 1770, also vor mehr als 100 Jahren, secirt. An 2 Exemplaren waren die Säcke geschieden, obgleich in einem Falle der rechte Sack schon bis über die Clavicula herabgestiegen war; an zwei anderen Exemplaren waren sie ausserhalb des Larynx zu einem Hauptsacke verschmolzen, der mit beiden Ventrikeln communicirt hatte, in einem Falle beinahe bis zu dem Ende des Sternum herabstieg, theilweise von den Thoraxmuskeln bedeckt war, über den Claviculae nach rückwärts und mit Fortsätzen tief unter die Mm. cucullares bis hinten auf die Scapulae sich erstreckt hatte.

Peter Camper hat bemerkt, dass vielleicht schon Galen die Luftsäcke des Orang-Utang zergliedert hatte.

Th. St. Traill[2]) hat in einer Abhandlung über einen jungen weiblichen Orang-Utang, die 1817 in Liverpool geschrieben und 1818 in einer der Sitzungen der naturhistorischen Gesellschaft vorgelesen worden, mitgetheilt, dass er bei diesem Affen einen doppelten Luftsack vorgefunden habe. Der linke Luftsack war grösser als der rechte. Ersterer war von letzterem durch eine Membran unter dem Os hyoideum geschieden. Sie communicirten frei mit den Ventrikeln. Die Luftsäcke liess er durch das Spatium hyo-thyreoideum verlaufen, hat aber die Durchtrittsstellen nicht bezeichnet.

---

1) Naturgeschichte d. Orang-Utang u. einiger anderer Affenarten; des afrikan. Nashorns u. d. Rennthieres. Deutsch Düsseldorf, 1791. 4°. (Mit Tafeln, die mir nicht zur Verfügung stehen.) Hptst. II. S. 156–162. §§. 4–8.

2) Observations on the anatomy of the Orang Outang. — Memoirs of the Wernerian natural-history Society. Vol. III. Edinburgh, 1821. 8° p. 40–41.

G. Cuvier[1]) nimmt beim Orang-Utang auch zwei Luftsäcke an, die auf der Kehle am Halse liegen, zwar mit einander durch Bindegewebe vereinigt sind, aber nicht mit einander communiciren. G. Sandifort[2]) hat über die Luftsäcke des alten und jungen Thieres Angaben und Abbildungen geliefert. Bei alten Thieren sind, nach seiner Erfahrung, die Säcke sehr ausgedehnt, mit Ausbuchtungen und Anhängen versehen und daher gross und unförmlich. Sie sind im Halse mit einander vereinigt, erstrecken sich daselbst weit seitwärts und abwärts, selbst in die Cava axillaria und unter diese auf die Seiten des Thorax. Bei den jungen Thieren bleiben die Säcke, trotz ihrer Grösse, auch ausserhalb des Larynx getrennt. Sie stellen einfache, lange, am Halse herabhängende Beutel dar, welche an der Durchbruchsstelle des Spatium hyo-thyreoideum rückwärts und auswärts vom M, hyo-thyreoideus (Tab. V. Fig. 2.), etwas eingeschnürt erscheinen. (Tab. V. Fig. 2, 3.)

W. Vrolik[3]) hatte Gelegenheit. die Luftsäcke an 5 Exemplaren vom Orang-Utang beiderlei Geschlechtes und verschiedenen Alters auf allen Stufen der Entwickelung durch Zergliederung kennen zu lernen.

Bei einem ganz kleinen männlichen Exemplare waren die Säcke sehr klein, wenig ausgedehnt und reichten nur wenig unter das Os hyoideum aufwärts. Bei einem zweiten, viel älteren, weiblichen Exemplare hingen 2 Säcke zur Seite des Larynx herab. Jeder communicirte vermittelst eines Ganges zwischen dem Os hyoideum und der Cartilago thyreoidea, der das Spatium hyo-thyreoideum durchsetzte, mit dem entsprechenden Ventrikel. Der linke Sack war entwickelter als der rechte. Der erstere stieg vor der Clavicula herab, drang zwischen den Deltoideus und die Pars clavicularis des Pectoralis major. Bei einem dritten, auch weiblichen, aber viel grösseren Exemplare waren beide Säcke sehr ausgedehnt, lagen unmittelbar unter

1) G. Cuvier. Leç. d'anat. comp. 2. Edit. Tom. VIII. Paris, 1846. p. 780.

2) A. a. O. p. 36. Tab. III. Fig. 1; Tab. IV. Fig. 1, 2; Tab. V. Fig. 1, 2, 3; Tab. VI. Fig. 3 e.

3) A. a. O. p. 44—45.

dem M. subcutaneus colli, gingen vor der Clavicula herab, um mit einer Verlängerung zwischen der Portio clavicularis und P. sternalis des Pectoralis major, durch eine andere Verlängerung zwischen dem Deltoideus und Pectoralis major, durch eine dritte Verlängerung zwischen der Portio sternalis und P. clavicularis des Sternocleidomastoideus in das Cavum axillare zu dringen und hier tief sich einzusenken. Durch sie war der Hals grösstentheils bedeckt. Sie drangen überall zwischen die Muskeln ein. Bei einem vierten etwas grösseren weiblichen Exemplare sind die Säcke fast von derselben Ausdehnung, wie im vorigen, und so aneinanderliegend, dass sie sich schwer separiren lassen. Jeder schickt zwei Verlängerungen ab, eine zwischen die Portio sternalis und P. clavicularis des Sternocleidomastoideus, eine andere in das Cavum axillare. Bei einem fünften männlichen und grössten Exemplare war nur ein sehr weiter Sack zugegen, welcher den ganzen Hals bedeckte, sich, wie bei anderen Fällen, auf die vordere Fläche des Thorax und in die Cava axillaria ausdehnte. Obgleich der Sack einfach war, so hatte er doch zwei Gänge, wovon jeder mit dem Larynxventrikel der entsprechenden Seite communicirte. W. Vrolik hat die Stelle am Spatium hyothyreoideum für den Durchtritt der Säcke nicht angegeben. C. Mayer[1]) hatte den Larynx von 3 Exemplaren vom Orang-Utang (1 männlichen und 2 weibliche) zergliedert. Er hatte ausserhalb desselben jedesmal zwei von den Ventrikeln verlängerte Säcke vorgefunden. Bei einem Exemplare war der rechte Sack, bei einem anderen war der linke Sack geräumiger, bei einem dritten waren beide gross und fast von demselben Umfange. M. hatte weder vom Auseinanderliegen der Säcke noch von Beobachtungen von Verlängerungen an denselben, noch von deren ungewöhnlicher Grösse, welche Eigenschaften die Säcke ausgewachsener Thiere oder solcher vorgerückteren Alters nach den Beobachtungen anderer Zergliederer aufweisen, berichtet, folglich kennen wir nicht nur die weiblichen Exemplare, wie M. meinte, sondern auch die männlichen

1) A. a. O. S. 691 Taf. 63 Fig. 6 No. 1.

Exemplare von jungen Individuen. Wie an einer Abbildung zu sehen, hatte Mayer die Stelle für den Durchtritt der Säcke im Spatium hyo-thyreoideum in die Seitentheile der Membrana hyo-thyreoidea, gleich unter den Cornua majora des Os hyoideum, richtig verlegt.

Duvernoy[1]) hat von einem jungen Orang bicolore Abbildungen des Larynx gegeben. Man sieht den linken einfachen Luftsack von ovaler Form an der einen Figur und die Stelle im seitlichen Abschnitte der Membrana hyo-thyreoidea, wo der rechte Sack diese durchbrochen, an der anderen.

R. Owen[2]) berichtet kurz Bekanntes.

Die Luftsäcke dieses Thieres sind wohl bereits auf allen möglichen Stufen ihrer Entwickelung im Extrauterinarleben gesehen worden. Sie waren angetroffen worden: als kleine Beutel, welche aus dem Innern des Larynx sich noch nicht nach aussen verlängert hatten — Sacci intra-laryngei — bei ganz jungen Thieren; als einfache, länglich-runde, separirte, aber schon aus dem Larynx verlängerte Beutel — Sacci extra-laryngei — mässiger Ausdehnung bei jüngeren Thieren; als zusammengesetzte, mit Ausbuchtungen, Fortsätzen, Nebensäcken versehene Beutel grossen Umfanges, die sich aneinander gelegt hatten, deren Höhlen aber separirt geblieben waren, bei ausgewachsenen Thieren; als derartig angeordnete aber unförmlichere Beutel noch grösseren Umfanges, die, in Folge des Schwundes ihrer aneinander stossenden Wände, in einen gemeinschaftlichen Hauptsack — Saccus principalis extra-laryngeus — zusammengeflossen waren, also mit einander communicirt hatten, bei ganz alten Thieren. Waren die Säcke separirt, so waren diese an beiden Seiten bald gleich gross, bald ungleich ausgedehnt. Es hatte im letzteren Falle bald der rechte, bald der linke einen beträchtlicheren Umfang. Mochten die Säcke aber separirt geblieben sein, oder miteinander zu einem Hauptsacke verschmolzen sein, immer gingen sie von den Ventrikeln durch Gänge aus, waren also Ventrikel-

1) A. a. O. Pl. XIV. C. O.
2) A. a. O. pag. 660. Fig. 474.

säcke — Sacci ventriculares extra-laryngei. — Diese Ventrikelsäcke hatten bei ihrem Vordringen aus dem Innern des Larynx nach aussen, immer den hinteren, seitlichen Theil des Spatium hyo-thyreoideum durchsetzt, waren also seitliche Ventrikelsäcke — Sacci ventriculares extra-laryngei laterales. — Die Luftsäcke beim Orang-Utang gleichen daher in ihrer Anordnung denen vom Gorilla. —

4. Beim Hylobates etc.

G. Sandifort[1]) hat bei H. syndactylus (Siamang) einen einzigen, sehr grossen, kugligen Luftsack ausserhalb des Larynx angetroffen, welcher mit zwei grossen, dreieckigen Oeffnungen zu den beiden Seiten der Wurzel der Epiglottis über den Eingängen in die Ventrikel, also nicht von letzteren, sondern aus der Larynxhöhle, unmittelbar abging. Beide Mündungen hatten sich unmittelbar in den Sackhals, welcher durch den mittleren Theil des Spatium hyo-thyreoideum nach aussen in den kugligen Körper des Sackes sich verlängert hatte, geöffnet.

Dieser Luftsack war aber bei anderen Species dieses Genus vermisst worden: wie bei H. agilis von Sandifort[2]), bei H. leuciscus von Mayer[3]), bei den von Vrolik[4]) zergliederten Gibbons; während R. Owen[5]) im Gegentheile in neuerer Zeit von der Existenz eines Luftsackes bei den Gibbons überhaupt spricht, welcher im Spatium hyo-thyreoideum hervorrage und dahin von einem der Ventrikel aus sich verlängere.

— Ist die Angabe von Owen die richtige, dann würde auch Hylobates einen Ventrikelsack besitzen. Dieser Sack (vom rechten und linken Ventrikel) würde sich nicht durch den lateralen Theil des Spatium hyo-thyreoideum, wie beim Gorilla und Orang-Utang, sondern durch den medianen Theil desselben aus dem Larynx verlängern. Es würde somit Hylobates einen

1) A. a. O. p. 33. Pl. VII. Fig. 1 e, f; Fig. 3 ee.
2) L. c.
3) A. a. O. S. 672.
4) A. a. O. S. 45.
5) A. a. O. S. 600.

medianen Larynxventrikelluftsack — Saccus ventricularis extra-laryngeus medianus, — wie der Chimpansé, aufweisen. Wären aber nur die Angaben der Anderen die wahren, dann würde überhaupt nur eine Species von Hylobates, d. i. der Siamang, mit einem aus der Larynxhöhle unmittelbar abgegangenen und ausserhalb des Larynx verlängerten medianen Luftsack — Saccus extra-laryngeus medianus — versehen sein. Dieser Luftsack beim Siamang würde dem einfachen medianen Larynx-höhlenluftsack (Sac laryngien epiglottique — Duvernoy —), welcher mit einer einfachen Oeffnung in der Wurzel der Epiglottis von der Schleimhaut der Höhle des Kehlkopfes unmittelbar, nicht von dessen Ventrikeln mittelbar, sich ausstülpt, bei vielen anderen niedriger stehenden Simiae catarrhinae analog sein, bei welchen der Sack entweder im Schilde oder in der knöchernen Blase (Trommel) des Körpers des Os hyoideum Platz nimmt, oder ausserhalb des Larynx verschieden weit sich ausdehnt, ja sogar einen so enormen Umfang erreichen kann, dass er, wie Vrolik[1]) bei einem alten männlichen Macacus nemestrinus und Somnopithecus nasicus beobachtet hatte, die ganze Vorderfläche des Halses einnahm und in zwei Lappen getheilt, die fingerförmige Verlängerungen zwischen die Muskeln sandten, bis in die cava axillaria sich erstreckte. Aus den S. catarrhinae machen Cercopithecus sabaeus und aus den S. platyrrhinae Mycetes wieder eine Ausnahme, und besitzen Ventrikelsäcke, oder können doch in manchen Fällen mit solchen versehen sein. Bei Cercopithecus sabaeus bei welchen G. Cuvier[2]) den Larynxhöhlensack vermisste und Mayer[3]) diesen an 2 Exemplaren erbsengross angetroffen hatte, fand nämlich Letzterer bei 3 Exemplaren mit Mangel dieses Sackes und keiner Oeffnung in der Wurzel der Epiglottis, zwei vordere Taschen von den Ventrikeln in der Höhlung des Os hyoideum gelagert, also Ventrikelsäcke vor. Bei Mycetes kommen nach den Zergliederern ebenfalls Ventrikelsäcke vor.

---

1) A. a. O. p. 45.
2) Lec. d'anat. comp. 2. Edit. Tom. VIII. Paris, 1846. p. 732.
3) A. a. O. S. 673.

J. Fr. Brandt [1]) namentlich hat bei M. ursinus und seniculus ausser 2 Pharyngo-Laryngealsäcken — Sacci pharyngo-laryngei s. laterales posteriores (Brandt) — 3 Larynxventrikelsäcke gefunden und genau beschrieben. Von diesen gehen die zwei seitlichen Säcke — Sacci pyramidali-ovales (Brandt) — unmittelbar von den Ventrikeln aus und erreichen nicht das Os hyoideum, während der vordere mittlere Sack — Saccus infunibuliformis (Brandt), — welcher nach Vicq d'Azyr [2]), Brandt u. A. eine gemeinschaftliche Verlängerung beider letzteren Säcke ist, ven G. Cuvier [3]) an dem Exemplare, das er zergliedert hatte, von dem rechten Ventrikelsacke allein herrührte, nach seiner Vermuthung in anderen Fällen möglicher Weise von dem linken Ventrikel allein oder von beiden Ventrikelsäcken zugleich herrühren, also wohl doppelt vorkommen könne, in der knöchernen Blase des Körpers des Os hyoideum Platz nimmt. Diese Ventrikelsäcke bei Cercopithecus sabaeus und Mycetes, selbst wenn sie sich ausserhalb des Larynx auf die Vorderfläche des Halses verlängern, sind immer nur mediane Larynxventrikelsäcke, Sacci ventriculares laryngis mediani. —

D. Analogie.

Nach obigen Angaben über die anthropomorphen und einige niedriger stehende Affen, welche, statt Kehlkopfshöhlensäcke Ventrikelsäcke aufweisen, waren diese bei ganz jungen Exemplaren, bis jetzt wenigstens beim Chimpansé und Orang-Utang, sicher nur im Innern des Kehlkopfes noch gelagert, also als „Sacci ventriculares intra-laryngei", wie beim Menschen in der Norm, und in allen Lebensperioden angetroffen worden.

Hatten sich die Ventrikelsäcke bei jungen und älteren Thieren bereits durch das Spatium hyo-thyreoideum ausserhalb des Kehlkopfes verlängert, waren sie somit schon „Sacci ventriculares extra-laryngei" geworden: so waren sie dahin ge-

---

1) Observat. anat. de instrumento vocis mammalium (Diss) Berolini 1826. 4° Sect. II. p. 16 §. 4. Fig. I., II., III.

2) Siehe: G. Cuvier. A. a. O. p. 784.

3) L. c.

langt: a) entweder durch den medianen Theil jenes Spatium und weiter durch das Interstitium zwischen den Mm. hyothyreoidei und Mm. sterno-hyoidei (bei Chimpansé, bei Hylobates, falls er Ventrikelsäcke besitzt, und bei anderen niedriger stehenden Affen), also als „Sacci ventriculares extra-laryngei, mediani"; oder durch die Seitentheile desselben Spatium, rückwärts von den Mm. hyo-thyreoidei (beim Gorilla, Orang-Utang), also als „Sacci ventriculares extra-laryngei laterales" und im letzteren Falle in der Art, wie die Ventrikelsäcke an dem Kehlkopfe des Menschen ganz ausnahmsweise, über welchen in diesem Aufsatze eine Beschreibung geliefert worden ist.

Bei den alten Exemplaren vom Gorilla und Orang-Utang waren die extra-laryngealen Portionen ihrer seitlichen Ventrikelsäcke des Kehlkopfes miteinander verschmolzen, ohne oder mit Communication ihrer Höhlen, bei jungen Exemplaren dieser Thiere aber von einander getrennt, wie bei dem Menschen in dem bis jetzt einzigen Falle angetroffen.

— Die „Sacci ventriculares extra-laryngei laterales" beim Menschen, im oben beschriebenen Falle bei einem Manne, sind somit analog „denselben Säcken" beim Gorilla und Orang-Utang in deren Jugend.

Erklärung der Abbildungen:

Fig. 1.

Kehlkopf mit dem Zungenbeine und der Zunge, mit dem oberen Theile der Luftröhre und der Schilddrüse eines Mannes, (vordere Ansicht).

Fig. 2.

Dasselbe Präparat ohne Zunge, bei durchschnittener und zurückgelegter hinterer Hälfte des Musculus hyo-thyreoideus der rechten Seite (vordere Ansicht).

Fig. 3.

Dasselbe Präparat mit der Zungenwurzel (hintere Ansicht).

Bezeichnung für alle Figuren:

1. Zunge.
2. Zungenbein.
3. Sulcus hyo-thyreoideus (Spatium hyo-thyreoideum).

4. Kehlkopf.
5. Luftröhre.
6. Schilddrüse.
A. Cartilago thyreoidea.
B. „ cricoidea.
C. Epiglottis.
D D'. Cartilagines Santorinianae.
E E'. „ „ arytaenoideae.
+ Rechtes Cornu superius } der Cartilago thyreoidea.
± Linkes Cornu
a. Ligamentum hyo-thyreoideum medium.
b b'. Ligamenta hyo-thyreoidea lateralia mit Cartilagines triticeae.
c c'. Rechte und linke Portion der Membrana hyo-thyreoidea.
d. Lig. crico-thyreoideum medium.
e. Plica ary-epiglottica.
f f'. Musculi sterno-hyoidei.
g g'. „ omo-hyoidei.
h h'. „ hyo-thyreoidei.
i i'. „ sterno-thyreoidei.
k k'. „ crico-thyreoidei.
l. „ ary-epiglotticus der linken Seite.
m. „ arytaenoideus transversus.
n n'. Mm. crico-arytaenoidei postici.
O. M. thyreo-pharyngeus der linken Seite.
p. Ventrikel der linken Seite.
q. Accidentelle Bursa mucosa am linken Cornu superius der Cartilago thyreoidea.
S. Mit der Endportion durch den seitlichen Theil des Spatium hyo-thyreoideum ausserhalb des Kehlkopfes verlängerter Ventrikelsack — Saccus ventricularis extra-laryngeus lateralis. } der rechten Seite.
S'. Derselbe der linken Seite.
α. Untere, kegelförmige Portion
β. Mittlere, röhrenförmige „ } des rechten Ventrikelsackes.
γ. Obere. beutelförmige „
α'.
β'. } Dieselben } des linken Ventrikelsackes.
γ'.
δ. Nebensäckchen des rechten Ventrikelsackes.
s. Nervus laryngeus superior } der rechten Seite.
t. Arteria laryngea „

Institut f. d. praktische Anatomie in St. Petersburg,
d. 16/28. October 1874.

Die Gefässnerven des Armes.

Von

Hermann Frey, stud. med.,
vormals Assistent an der Anatomie in Zürich.

Hierzu Tafel XVI.

Die Gefässnerven der Extremitäten sind ein Kapitel in der Anatomie, dem bis auf den heutigen Tag geringere Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Die Nervengeflechte der grössern Gefässe wie Aorta, Carotis u. s. w. sind zwar genügend studirt, doch über die Nerven der Femoralis und Subclavia sind die anatomischen Handbücher genöthigt, theils stillschweigend hinwegzugehen, theils sich mit der kurzen Notiz zu begnügen, dass sich der die Aorta umspinnende Gefässplexus auch auf die kleinern Stämme fortsetze. Auch die einzige Arbeit, die sich die Versorgung der Gefässwandungen durch Nerven zur Aufgabe stellt, (D. Lucae, in diesem Archiv [Reil's Archiv für Physiologie] Jahrgang 1809), behandelt diesen Stoff in aller Kürze und bringt neben ungenügender Behandlung noch Irrthümer.

Diese Lücke theilweise auszufüllen, war der Zweck der von mir unternommenen Untersuchung.

Achten wir zuerst auf die Bahnen, die die vasomotorischen Nerven benützen, so findet man, dass auch hier wie bei allen

andern Nerven der Grundsatz gilt, so schnell wie möglich und auf so geradem Wege wie möglich zu ihrem Ziele zu gelangen. Dieser Weg ist aber den Gefässnerven schon durch die die Gefässe begleitenden sensiblen und motorischen Nerven vorgezeichnet. Nie sieht man eine Arterie ohne begleitenden Nerv, und das geht, wie schon lange bekannt, soweit, dass Arterie und Nerv an der gleichen Stelle eines Muskels eintreten, an der auch die aus den Capillaren desselben gesammelte Vene austritt. Auch die Hautvenen verlaufen selten ohne die Begleitung eines grössern oder kleinern Nerven.

Durch dieses Verhältniss ist den vasomotorischen Nerven nicht nur ihr Weg vorgezeichnet, sondern auch der Vortheil geboten, an den viel kräftigern sensiblen und motorischen Nerven eine Stütze zu finden, welche es verhindert, dass diese zarten Nerven nicht so leicht auf eine oder die andere Art einer für ihre Function nachtheiligen Verletzung ausgesetzt sind.

Nachdem dieses Gesetz erkannt war, war die Aufgabe genauer dahin zu stellen, die aus den begleitenden Nerven an die Gefässe abgehenden Aestchen aufzufinden, und es musste einstweilen der Versuch unterlassen werden, die Abstammung der aus den Extremitätennerven hervortretenden vasomotorischen Aestchen mehr auf Plexus und ihren Abgangspunkt zurückzuführen und damit einen Beitrag zur Vertheilung des Sympathicus zu liefern.

Der oben ausgesprochene allgemeine Satz, dass eine Arterie oder Vene von dem sie begleitenden Nerven versorgt werde, muss aber nicht so verstanden werden, dass nur ein Nerv das betreffende Gefäss versorge, sondern es können auch mehrere sein. Zum Beispiel wird die A. brachialis (siehe diese weiter unten) an ihrem obern Theile von kurzen Aestchen versorgt, die aus dem Plexus brachialis hervorgehen, weiter unten aber von verschiedenen anderen Aesten. Auch braucht es nicht der grösste das Gefäss begleitende Nervenstamm zu sein, der dieses versorgt, sondern irgend ein anderer kleinerer, wobei sich aber der grössere manchmal auch noch an der Innervation betheiligt. Die A. collateralis ulnaris prima z. B. wird vom Ramus collateralis ulnaris nervi radialis (Wenzel

Gruber) versorgt und nicht vom ulnaris, an dessen Seite sie doch gegen das Ellenbogengelenk hinunterläuft.

Nachdem ich nun den Verlauf der Gefässnerven ganz im Allgemeinen behandelt habe, welcher Verlauf übrigens sich schon aus physiologischen Daten ohne besondere Präparation erschliessen lässt, will ich nun zu solchen Thatsachen übergehen, die sich aus den von mir angestellten Untersuchungen herausstellten. Ich habe diese Untersuchungen an mehreren (6—8) Armen vorgenommen und bin durch dieses mehrmalige Nachuntersuchen und Verificiren der gefundenen Verhältnisse in den Stand gesetzt, nicht nur eine gewisse Menge von mir beobachteter Gefässnervenästchen zu beschreiben, sondern auch einige allgemeine Gesetze über das Verhalten derselben aufzustellen.

Die Nervi vasorum treten immer unter einem spitzen Winkel an das zu innervirende Gefäss. Sollte eine oberhalb des Zutrittspunktes gelegene Stelle des Gefässes noch nicht innervirt sein, so findet sich immer bei der Vertheilung der Gefässnerven ein secundäres recurrirendes Aestchen, dem diese Aufgabe zufällt. Nie habe ich, wie D. Lucae es gefunden zu haben behauptet, ganz kleine kurze Aestchen gefunden, die sich ohne weitere Theilung strahlenförmig ausbreiteten und so sich in das Gefäss einsenkten.

Es ist immer ein grösseres oder kleineres Stämmchen vorhanden, dass sich in zahlreiche Aestchen vertheilt. Manchmal kommt ein Aestchen vor, das sich nicht durch diese primäre Theilung erschöpft, sondern eine kürzere oder längere Strecke neben dem Gefäss hinläuft. Ueber das Lagenverhältniss der beiden werde ich später sprechen.

Bei den Hautvenen kommen ihrem histologischen Baue entsprechend nur ganz kleine Aestchen vor, um sie zu innerviren. Ausserdem sind grössere Aeste schon deswegen unnöthig, weil sich ja, wie man bei genauer Präparation sieht, über den ganzen Arm ein dichtes subcutanes Netz von Nerven ausbreitet, so dass jeder Punkt einer Hautvene mit Leichtigkeit aus diesem Netze ein Aestchen erhalten kann. Die einzige

Ausnahme hiervon macht der obere Theil der V. cephalica, worüber bei Erklärung der Figuren gesprochen werden wird.

Bei den Arterien dagegen und den sie begleitenden tiefliegenden Venen findet sich meistens ein längerer und stärkerer Ast, der dann einige Zeit mit dem Gefässbündel verläuft und manchmal auf ihm endet. Siehe z. B. die Art. ulnaris.

Die Vertheilung der vasomotorischen Nerven geschieht meist in einer Ebene, d. h. liegt ein Nervus vasorum auf der Oberfläche des Gefässes, so gehen die letzten Vertheilungen nicht unter dieses hinunter. Dies gilt natürlich nur für die letzten Vertheilungen, die man mit dem Scalpell präpariren konnte und nicht für die mikroskopischen Endigungen, da bei dieser Arbeit weder Mikroskop noch Loupe, sondern einzig das Messer angewendet wurde.

Eine eigentliche, das Gefäss umspinnende Plexusbildung der vasomotorischen Nerven habe ich nur einmal beobachtet und zwar an der Basilica über dem Ellenbogen (siehe diese Vene in der Figurentafel). Sonst konnte ich mit aller Mühe nichts dergleichen entdecken und will dies einem geübteren Forscher als ich bin überlassen herauszufinden, ob dieses etwa doch, der allgemeinen Meinung entsprechend, der Fall sei.

Was die Beschaffenheit der Nn. vasorum angeht, so unterscheidet sie sich in nichts von der Beschaffenheit ebenso dünner Nerven. Lucae hat behauptet, dass sie weicher und gallertartiger seien als andere Nerven. Aber das gleiche könnte man von andern Nerven behaupten, die geschützt liegen, wie z. B. an den Nervenästen der Unterarmmuskeln.

Gegenüber den Vasa vasorum zeigen die Gefässnerven ein ähnliches Verhältniss wie die in ein Organ z. B. in einen Muskel eintretenden Gefässe und Nervenästchen zu zeigen pflegen. Die Vasa vasorum treten nämlich auf dem kürzesten Wege an die Gefässe, während die für ein Organ bestimmten Nerven eine Zeit lang neben ihm herlaufen. Die Vasa vasorum treten deswegen auch an jeder Stelle der Oberfläche eines Gefässes ein, die dem abgebenden Gefässe zunächst liegt.

In dem Lagenverhältnisse der Nervi vasorum zu dem Gefässe findet keine solche Regelmässigkeit statt, dass man

darüber bestimmte Sätze aufstellen könnte. Mehreres darüber findet sich bei den einzelnen Gefässen angegeben. Nur soviel lässt sich sagen, dass bei den subcutanen Venen die Nn. vasorum nur von der Hautseite her an das Gefäss treten. Dies geht so weit, dass bei einem Fall an der Vena cephalica, ein unter ihr hindurchtretender Nerv sie nicht von unten versorgte, sondern dass sich der vasomotorische Ast über die Vene hinüberschlug, um an die der Haut nähere Oberfläche des Gefässes zu gelangen und sich dort zu theilen.

Wenn nun für die genauere Beschreibung der Gefässnerven das Verlangen gestellt werden muss, dass für einen jeden Gefässstamm oder grösseren Ast der Stammnerve angegeben werde, und wenn im Folgenden einem solchen Verlangen auch soweit möglich entsprochen ist, so muss doch bemerkt werden, dass dieses in Bezug auf die Hautvenen nicht genau durchgeführt werden kann, indem so scharf gezeichnete Hautvenen-Stämme, wie sie die geläufige Beschreibung aufzustellen pflegt, nicht überall gefunden werden, und es in einem speciellen Falle gänzlich unmöglich ist, eine den Beschreibungen entsprechende Cephalica oder Basilica nachzuweisen. Die Hautvenen zeigen sich in der feineren Ausbreitung als ein Netz von Gefässen, in dem allerdings der Cephalica und Basilica entsprechende grössere Aeste gefunden werden, aber die Gebiete dieser beiden Gefässe haben keine scharfe Grenze gegen einander. Auch die Grenzen der Ausbreitungen der einzelnen Hautnerven sind nicht immer festzustellen und durch dieses Verhältniss wächst noch die Schwierigkeit, sicher anzugeben, von welchem Nerven eine bestimmte Stelle einer subcutanen Vene versorgt wird.

Doch kann man soviel sagen, dass die subcutanen Venen immer nur von oben innervirt werden. Am Oberarm und an der innern Seite des Unterarms laufen die Hautnerven entweder unter den oberflächlichen Venen durch oder doch in einer Ebene mit ihnen. Dort sieht man dann die Gefässnervenästchen sich in das Gefäss einsenken, nachdem sie kürzere oder längere Zeit neben diesem hingelaufen sind, während auf der dorsalen Seite des Unterarms und besonders der Hand die letzten Ver-

zweigungen der sensibeln Nerven über die subcutanen Venen hinlaufen. Bei dieser Anordnung werden die Gefässe dann von oben durch feine Nervenfädchen versorgt, die speciell für die Innervirung der Venen bestimmt sind und sich dann meistens nicht oder nur wenig theilen.

Die Arterien und die sie begleitenden Venen werden in der Regel von dem ihnen zunächst liegenden Nervenstamm versorgt, so also die A. brachialis vom N. medianus u. s. w. Natürlich wird die die Arterie begleitende tiefliegende Vene vom gleichen Nerven versorgt. In ihrem obern Theile wird sie durch Stämme innervirt, die aus dem Plexus hervortreten, wobei es unmöglich ist, einen bestimmteren Ausgangspunkt als den Plexus überhaupt festzustellen.

Verfolgen wir die A. brachialis weiter nach unten über ihre Theilungsstelle hinaus, so finden wir, dass die Arteria und Vena ulnaris vom Nerven gleichen Namens begleitet und versorgt werden, während die Arteria radialis eine Strecke weit ohne begleitenden Nerv verlaufen muss, um dann später vom Ramus superficialis nervi radialis versorgt zu werden. Um diese Lücke auszufüllen, begleitet nun ein vom Nervus medianus kommendes Aestchen die Arterie eine Zeit lang und endet endlich, nachdem es sich durch Innervirung des Gefässes erschöpft hat, auf diesem.

Verfolgen wir nun die A. radialis weiter, so ist deren Versorgung schon früher angegeben worden. Eines Falles muss indessen noch seiner Eigenthümlichkeit wegen Erwähnung gethan werden. Bei einem Individuum nämlich begab sich der Stamm des n. superf. n. radialis sehr früh auf die dorsale Seite des Unterarms, um dort die Haut zu versorgen; das Stück der Arterie dann, dass ohne begleitenden Nerv war, wurde nicht etwa durch einen längern Ast innervirt, der dann dem Gefäss entlang hätte herablaufen müssen, sondern ein Zweig, vom Hautnerven kommend, durchbohrte die Unterarmfascie um zur Arterie zu gelangen.

Erklärung der Figuren.

Fig. 1—5. Stücke aus der V. cephalica.

Wie im allgemeinen Theile bemerkt worden, ist es bei den Venen nicht leicht, für deren Versorgung feststehende Normen zu bezeichnen, um so mehr, da die Lage einzelner hier aufgeführter Stücke nicht genau bestimmt werden kann. Behandeln wir zuerst den obersten Theil der Vena cephalica bis zu der Stelle, wo sie unter die clavicula tritt, so finden wir, dass ein Ast des n. cutaneus posterior vom radialis die Fascie etwas oberhalb des Austrittes dieses Hautnerven durchbohrend, dem Gefäss entlang gegen die clavicula hinaufläuft und auf diesem Weg die Vene innervirt.

Fig 1. a) Musculus pectoralis maior (portio clavicularis).
b) Musculus deltoides.
c) Clavicula mit e der pars sternalis.
d) Musculus biceps.
f) N. cut. post. n. räd. (abgeschnitten).
g) Eigentlicher Gefässnerv.
h) Vena cephalica.

Fig. 2. a) Vene.
b) Gleicher Nerv.

Dieses Stück ist in der Nähe des Ellenbogens gefunden worden und zeigt sehr schön die Verzweigungen eines Gefässnerven.

Auch in ihrem untern Theil wird die Cephalica nach den allgemeinen Gesetzen noch vom nerv. cut. post. n. rad. versorgt.

Fig. 3, 4 u. 5. a) Vene.
b) Nerv.

Fig 3 zeigt ausserdem noch eine sehr schöne Gefässanastomose und deren Innervirung durch ein einziges Aestchen.

Fig. 6 u. 7. Die Vena basilica.

Die Basilica wird den allgemeinen Regeln gemäss theils vom nervus cutaneus internus minor, theils vom N. cutaneus internus major versorgt und zwar je nach der Lage der einzelnen Theile des Gefässes.

Fig. 6. a) Vene.
b) kleinere Hautarterie.
c) n. cut. int. maior.

Fig. 7. Der einzig beobachtete Fall von Plexusbildung der Gefässnerven des Armes.
a) Vene.
c) n. cut. int. minor.

Fig. 8, 9, 10, 11. A. brachialis.

Gehen wir nun zur Arteria brachialis über, so wird diese, wie schon gesagt, im obern Theil von Nerven versorgt, die aus dem plexus brachialis hervorkommen. Im untern Theil versorgt sie grössten-

theils der N. medianus, wodurch jedoch nicht ausgeschlossen ist, dass auch der N. ulnaris und radialis kurze Aestchen an sie abschicken. Ein längerer Ast, vom n. medianus abgegeben, scheint ziemlich constant zu sein, und verläuft, wenn er vorhanden ist, zwischen Arterie und Vene liegend, an deren unterer Seite.

Fig. 8. a) N. medianus.
b) Arteria } brachialis.
c) Vena }

Natürlich sind die Gefässe bei diesem Präparate sehr weit auseinandergezogen.

Fig. 9. a) Vena } brachialis.
b) Art. }
c) Gefässnerven vom N. medianus kommend.

Fig. 10. Theilungsstelle der A. brachialis.
a) Nervus medianus.
b u. c) Art. u. Vena brachialis.
d u. e) Art. u. Vena radialis.
f u. g) Art. u. Vena ulnaris.
h) Gefässnerv vom N. medianus kommend.

Fig. 11. Stück aus der Arteria radialis.

Diese Arterie wird, wie schon gesagt, in ihrem obern Theil von einem Aste des N. medianus versorgt, der untere Theil vom ramus superficialis n. radialis und zwar immer durch kurze Aeste, die ohne sich stark zu theilen, direct in das Gefäss eintreten und zwar meist an dessen oberer Seite.

Fig. 12. a) Arteria radialis.
b) } sie begleitende Venen.
c) }
d) Hautast. Ramus superficialis n. radialis.
e) Gefässnerv, der durch die Unterarmfascie hindurch an das Gefäss tritt. Siehe Allgemeines über die Art. radialis.

Fig. 13, 14, 15. Stücke aus der A. ulnaris.

An der A. ulnaris fand sich immer ein stärkerer Gefässnerv vor, der zweimal seine Endverästelung auf der Arterie fand, also ein stärkerer reiner Gefässnerv. Sein Lagenverhältniss zu den Gefässen war immer sehr wechselnd. Einmal lag er auf diesem. Ein andermal schlug er sich über die volare Oberfläche des Gefässes hinüber, um auf ihrer radialen Seite gegen das Handgelenk hinunter zu laufen Einmal lag dieser Gefässnerv zwischen Art. und Ven. ulnaris, drehte sich dann spiralförmig herum und kam so zwischen Art. und Vena auf deren radiale Seite zu liegen.

Fig. 13. a) A. ulnaris
b) Kleinere Vene aus Muskeln entspringend.

c) Nervus ulnaris.
d) Gefässnerv.

Fig. 14. a) Vena } ulnaris.
b) Art. }
c) Gefässnerven vom
d) Nervus ulnaris kommend.

Fig. 15. a) Vena } ulnaris.
b) Art. }
c) Gefässnerv vom R. ulnaris kommend.

Fig. 16 Arcus arteriosus superficialis.

Er wird theils von dem N. ulnaris theils vom N. medianus versorgt und zwar ist die Grenze zwischen den zwei Gebieten den Innervationsgebieten der beiden Nerven entsprechend gelegen. Die Versorgung der Gefässwand geschieht durch kleine Aestchen, die sich meistens von oben in die Gefässe einsenken.

Fig. 16. a) A. ulnaris.
b c l f) deren Aeste für die betreffenden Interstitien
d) N. medianus.
e) Verbindungsast zwischen N. med. u. N. ulnaris.
g h i o) N. ulnaris und dessen Vertheilung.
k m) Vertheilung des N. med.

Fig. 17. Arcus arteriosus profundus.

Er wird immer vom ramus profundus n. ulnaris versorgt.

a) Vena } profundae art. u. ven. ulnaris.
b) Art. }
c) Ramus profundus n. ulnaris.
d e) Gefässnerven an der abgewendeten Seite zu dem Gefäss tretend.
f) Ast des n. ulnaris für den M. adductor hallucis.

Nachdem wir nun die Arteria brachialis bis zu ihrer Endvertheilung in der Hand verfolgt haben, wollen wir zu ihren Nebenästen übergehen.

Fig. 18. Die A. pectoralis major.

Sie wird vom gleichnamigen Nerven versorgt.

a) N. pectoralis major.
b u. c) Vena und Art.
d) Gefässnerv.

Die Arterien für den M. pectoralis minor deltoides und suprascapularis werden von den entsprechenden Nerven versorgt.

Fig. 19. A. subscapularis.

Sie wird vom entsprechenden Nerven versorgt.

a) Nervus subscapularis.
b) } Gefässe für den
c) }
d) Musculus subscapularis bestimmt.

Die Arteria und Vena circumflexa scapulae werden, da sie keinen entsprechenden Nerven besitzen, vom Ramus superior des n. thoracico-dorsalis innervirt.

Die A. collateralis ulnaris prima versorgt nicht etwa der N. ulnaris, sondern der Ramus ulnaris n. radialis (Wenzel Gruber).

Der Arteria und Vena interossea findet man als Gefässnerven längere Zweige vom N. interosseus beigegeben.

Die Rami perforantes dieses Gefässes innervirt der R. profundus n. rad.

Fig. 20. Stück aus der Arteria perforans tertia art. inteross.

a) R. profundus n. rad.
b) Arterie.
c) Vene.
d) Gefässnerv.

Bemerkung zu dem Artikel XII. Bd. III. H. 2 des Archivs für experimentelle Pathologie.

Von

Dr. Eduard Hitzig.

„In meinem Buche „Untersuchungen über das Gehirn“ hatte ich die thatsächliche Richtigkeit einer Anzahl von Angaben bestritten, welche in einem Anhange zu Schiff's Lezioni di Fisiologia sperimentale ursprünglich enthalten waren, und nun an dem in der Ueberschrift angeführten Orte — ich weiss nicht, ob auf Veranlassung, jedenfalls aber mit ausdrücklicher Bewilligung des Hrn. Schiff — in deutscher Sprache reproducirt worden. Die bestrittenen Angaben bildeten für Schiff den einigermaassen in Betracht kommenden Theil des Beweismaterials für eine, von der meinigen abweichende Deutung der im Grosshirn zu erzielenden elektrischen Reizeffecte. Wenn nun Schiff seinen ursprünglichen Artikel ohne Beibringung neuer Versuche und auch ohne eine, mindestens zu erwartende aufklärende Bemerkung reproduciren lässt, so weicht er von dem allgemein üblichen Verfahren in einer keineswegs der Nachahmung werthen Weise ab.

Ich antworte ihm mit dem Schlusse der sich an ihn wendenden Anmerkung S. 21 a. a. O.: „Unter diesen Umständen halte ich es für besser, die Discussion über die Deutung auf die Zeit zu verschieben, zu der über ihre nothwendige Basis kein Zweifel mehr bestehen kann.“

Ich verweise ihn dazu auf S. 36—46 a. a. O.

Ich bitte ihn endlich, nochmals mit Berücksichtigung des S. 53—54 Angeführten erwägen zu wollen, ob seine Beweisführung eine zwingende Kraft selbst dann besitzen würde, wenn seine thatsächlichen Angaben sämmtlich richtig wären, was eben nicht der Fall ist.“

Der vorstehenden Bemerkung wurde Seitens des Hrn. Professor Klebs die Aufnahme in das von ihm redigirte Archiv verweigert. Ich hätte Schiff's Arbeit nicht genug berücksichtigt. Ueber den Inhalt des Schiff'schen Artikels wolle er mich sehr gern in seinem Archiv discutiren lassen, ein Recht die Reproduction selbst anzugreifen, könne er mir nicht zugestehen.

Ich habe dem gegenüber anzuführen, dass ich keinem Autor, auch Hrn. Schiff nicht, das Recht bestreite oder bestritten habe, seine Arbeiten so oft er will, und in so vielen Sprachen es ihm beliebt, zu reproduciren. Wohl aber erhebe ich dagegen Einspruch, dass bestrittene Thatsachen einfach wieder vorgebracht werden, ohne dass neue Versuche oder mindestens der erfolgte Angriff gleichzeitig zur Kenntniss des Lesers gebracht würden. Denn sonst wird der nicht ganz genau informirte Leser — und wie wenige sind das — über die augenblickliche Sachlage getäuscht[1]).

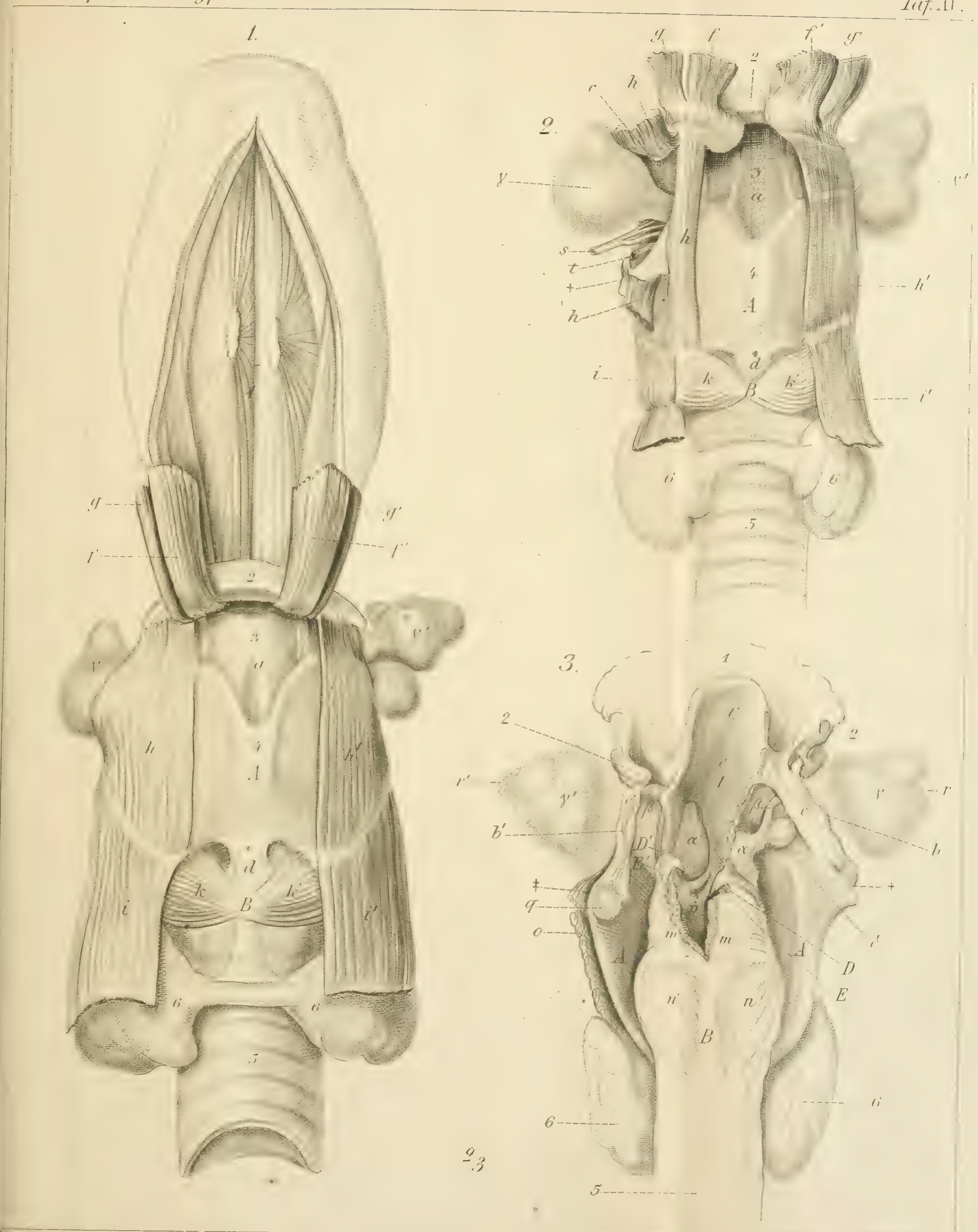
Dass ich aber eine Discussion über die Deutung von Angaben, deren Richtigkeit ich nicht anerkenne, ablehnen muss, bedarf wohl keiner besonderen Erörterung.

Unter diesen Umständen vermag ich die Weigerung des Hrn. Professor Klebs als gerechtfertigt nicht anzuerkennen; und dies ist der Grund, wegen dessen meine Bemerkung nun an dieser Stelle veröffentlicht wird.

Schliesslich möchte ich diese Gelegenheit nicht vorübergehen lassen, ohne einen Irrthum zu verbessern, dessen ich mich zu meinem Bedauern in der citirten Anm. S. 21 schuldig gemacht habe. Es soll dort nicht heissen: sensiblen Muskelnerven, sondern sensiblen Nerven.

---

1) Im vorliegenden Falle wird ein Irrthum um so leichter möglich, als ein Druckfehler das Buch Schiff's im Jahre 1874 erschienen sein lässt, während es 1873 erschienen ist.



Physiologische und anatomische Untersuchungen über die sensiblen Nerven der Muskeln.

Von
CARL SACHS.

Dritte Abhandlung.

(Schluss zu S. 509 dieses Jahrganges.)

Hierzu Tafel XVII. u. XVIII.

VI. Nachweis sensibler Muskelnerven durch directe Reizung intramusculärer Fasern.

Die im vorigen Kapitel geschilderten Versuche hatten den Zweck, die Function einzelner Nervenfasern unter dem Mikroskop am lebenden Objecte zu ermitteln. Zu diesem Behufe wurde der ganze, in einen Muskel eintretende Nervenstamm gereizt und die Wirkung einzelner Fasern durch Schnitte in der Muskelsubstanz gesondert dargestellt. Es liegt nun auf der Hand, dass der gleiche Zweck in weit durchsichtigerer Weise erreicht werden kann, wenn es gelingt, die einzelnen Elemente des gemischten Nervenstammes jenseits der Ramificationsstelle, also innerhalb des Muskels, gesondert zu reizen.

Der Erreichung dieses Zieles scheinen sich zunächst bedeutende Schwierigkeiten entgegenzustellen; denn wenn wir, um eine Nervenfaser zu reizen, die Elektroden direct auf den Muskel appliciren, so haben wir, wie es scheint, durchaus kein Mittel, die Wirkung des Stromes auf die übrigen Nervenfasern und auf die Muskelsubstanz selbst auszuschliessen.

Solche Mittel stehen aber in der That zu Gebote. Ich habe bereits bei einer andern Gelegenheit[1]) die Methode, deren

1) „Untersuchungen über Quer- und Längsdurchströmung des Froschmuskels, nebst Beiträgen zur Physiologie der motorischen Endplatten." Dies Archiv 1874. S. 88 ff.

ich mich bedient habe, kurz dargelegt und mittels derselben nachgewiesen, dass die motorischen Nervenfasern nur von ihren Endigungen aus erregend auf die Muskelsubstanz wirken, sowie dass diese Wirkung sich auf das anatomisch mit der Nervenendigung verbundene Primitivbündel beschränkt. Ich will meine Methode hier etwas genauer beschreiben.

Bei mehreren Muskeln des Frosches, namentlich beim Sartorius, Cutaneus femoris und Abdomino-gutturalis (Dugès), liegt der grösste Theil der Nervenverzweigung an der inneren (d. h. von der Haut abgewendeten) Fläche, dicht unter dem Perimysium ext.; ein Theil der Nervenfasern versorgt die oberflächlich gelegenen Muskelfasern, die übrigen tauchen in die Tiefe. Wird nun mit einem Paare feiner, einander möglichst genäherter Elektroden die Muskeloberfläche berührt und ein Strom hindurch geschickt, so breitet sich derselbe allerdings in dem ganzen Muskel aus, aber das dichteste Stromgebiet liegt an der Oberfläche und in der Verbindungslinie der Elektroden. Befindet sich daselbst in günstiger Lage eine Nervenfaser oder eine Gruppe von solchen, so wird dieselbe, falls man vom Unwirksamen anfangend, den Strom allmälig verstärkt, offenbar zuerst der erregenden Wirkung theilhaftig werden; zu einer Reizung anderer Nervenfasern kann es erst bei weiterer Verstärkung des Stromes kommen. Was die Muskelsubstanz betrifft, so erfordert eine directe Reizung derselben bekanntlich erheblich grössere Stromintensität, als die Reizung eines Nerven, und es sind daher idiomusculäre Contractionen durchaus nicht zu befürchten, falls wir uns auf die Anwendung minimaler Stromesstärke beschränken. Unter diesen Umständen liegt mithin die Möglichkeit vor, die Wirkung einzelner Nervenästchen gesondert zu studiren.

Bei der Ausführung dieser immerhin schwierigen und erst bei einiger Uebung gelingenden Versuche verfuhr ich in folgender Weise. Zunächst befestigte ich zwei enge Glasröhrchen aneinander, welche beide auf einer Seite in eine feine capillare Spitze ausgezogen waren. Durch diese Röhrchen führte ich zwei Platindrähte von äusserster Feinheit (etwa 0·1 Mm. stark) hindurch und schmolz dann die capillaren Spitzen zu, so zwar,

dass die Enden der Drähte nur in geringer Ausdehnung hervorragten und mit ihren Spitzen etwa 0·5 Mm. von einander entfernt standen. Das andere Ende der Drähte wurde möglichst bald mit dickeren Drähten zusammengeknüpft, da bei Einschaltung eines zu grossen Widerstandes übermässige Erwärmung der Elektroden zu befürchten stand. Der du Bois-Reymond'sche Schlüssel vermittelte die Verbindung mit dem Magnetelektromotor, dessen primäre Spirale durch einen Daniell geschlossen war. Das Elektrodenpaar wurde durch ein Schraub-Stativ mit langem Hebelarm fixirt und dieses so aufgestellt, dass die stromzuführenden Drahtenden unmittelbar über der Blendung des Mikroskopes befindlich waren. Alsdann präparirte ich einen Muskel, meist den Sartorius, und brachte ihn auf einer einfachen Glasplatte, unter Zusatz von $^3/_4$procentiger Kochsalzlösung, unter das 65—90fach vergrössernde Mikroskop. Es ist zweckmässig, ein Instrument mit beweglichem Objecttisch zu verwenden; man kann, während die Elektroden das Präparat noch nicht berühren, letzteres so lange verschieben, bis man im Gesichtsfelde des Mikroskops das zum Versuch auserlesene Nervenästchen dicht unterhalb der Drahtenden in einer der untengezeichneten Stellungen er-



blickt (auf die Nervenfaser selbst dürfen die Spitzen selbstverständlich nicht gesetzt werden). Nun unterbricht man die

Beobachtung und schraubt den Objecttisch so weit empor, dass die Elektroden gerade mit sanfter Impression die Fascie berühren. Nachdem man nun durch vorsichtige manuelle Verschiebung des Tubus die Einstellung wieder berichtigt hat, leitet man durch Oeffnen der Nebenschliessung die Ströme dem Präparate zu und nähert die anfangs in maximaler Entfernung befindlichen Rollen des Magnetelektromotors einander bis zu einem gewissen Punkte, den man aus der Erfahrung kennen gelernt hat (200—180 Mm. Abstand). Ist das gereizte Nervenästchen ein motorisches, so tritt unter diesen Umständen eine energische Contraction derjenigen Primitivbündel ein, welche von demselben mit Endigungen versehen werden; die gesammte übrige Muskelsubstanz verharrt in Ruhe. Reizt man nur eine oder zwei Nervenfasern, so betrifft die Zuckung eine geringe Zahl benachbarter Primitivbündel, unter gewissen Umständen, welche ich (dieses Archiv, 1874, S. 92) bereits an anderer Stelle erörtert habe, nur ein einziges; man kann jedoch, indem man gröbere Aeste der Nervenverzweigung aufsucht, der Zuckung jede beliebige Ausdehnung geben. Solche partielle Contractionen liegen übrigens keineswegs ausserhalb der physiologischen Breite der Muskelaction; es ist bekannt, dass bei manchen Bewegungen gewisse Muskeln nicht in ihrer Totalität, sondern nur mit einem Theile ihrer Fasern in Wirksamkeit gesetzt werden; auch erinnere ich mich, einen Athleten gesehen zu haben, der seinen enorm entwickelten zweiköpfigen Armmuskel mit Leichtigkeit nach allen Richtungen spielend zu verschieben wusste, in einer Weise, welche sich nur durch die Annahme partieller Contractionen einzelner Faserbezirke erklären liess.

Wiederholt man nun den geschilderten Versuch an einer Reihe verschiedener Punkte in der Nervenverzweigung, so überzeugt man sich alsbald, dass derselbe nicht überall von gleichem Erfolge begleitet ist. Während in der Mehrzahl der Fälle bei einem Rollenabstande von 200—180 Mm. die erwähnten partiellen Contractionen eintreten, bleibt bei einzelnen Nervenfasern die elektrische Reizung absolut wirkungslos. Wird in einem solchen Falle die Intensität des Stromes bedeutend gesteigert (weniger als 100 Mm. Rollenabstand) so treten

allerdings Contractionen ein; dieselben bieten aber keineswegs das charakteristische Bild jener zarten fibrillären Zuckungen, welche nach der Reizung einzelner intramusculärer Nervenfasern zu beobachten sind; sie erstrecken sich vielmehr auf den Gesammtmuskel oder doch auf grössere Faserbezirke desselben und sind daher offenbar als Folge der Miterregung vieler anderer Nervenfasern aufzufassen.

Man kann diese Beobachtung sowohl an den Oberschenkelmuskeln des Frosches, als am Brusthautmuskel desselben anstellen. Nur muss bei dem letzteren, so äusserst zarten Object natürlich mit besonderer Schonung und Schnelligkeit verfahren werden. Gerade dieser winzige Muskel, der bisher nur zur Erforschung des mikroskopischen Verhaltens der intramusculären Nerven gedient hat, bietet übrigens Gelegenheit, unsere Beobachtung auf eine interessante Weise zu bestätigen. Die Erregbarkeit nimmt nämlich bei diesem Objecte im Laufe weniger Minuten trotz der indifferenten Flüssigkeit in dem Grade ab, dass der von der Endplatte ausgehende Contractionsreiz nur noch local wirkt; es entsteht in der unmittelbaren Umgebung der Nerveneintrittsstelle eine Verdickung, die sich aber nicht mehr, wie anfangs, als Welle nach beiden Seiten hin fortpflanzt. Aehnliches kann man häufig an Insectenmuskeln wahrnehmen, sowohl an frischen Fasern, die dem Absterben nahe sind, als an solchen, die mit Alkohol behandelt waren, wo dann in der Umgebung des Nerveneintritts eine Beule von contrahirter Substanz sich vorfindet. Gewiss hat jeder Mikroskopiker, der sich mit dem Studium der Muskelzuckung abgegeben hat, gelegentlich diese Beobachtung gemacht. Dieselbe scheint mir doch darauf hinzuweisen, dass der Nerveneintrittsstelle eine etwas höhere physiologische Bedeutung zukomme, als es nach den neuesten Mittheilungen von Gerlach[1]) scheinen dürfte. Wenn man sich an das von Gerlach gegebene Schema eines die ganze Muskelfaser durchziehenden „intravaginalen Nervennetzes", dessen letzte Ausläufer mit den Elementen der

---

1) J. Gerlach, Das Verhältniss der Nerven zu den willkürlichen Muskeln der Wirbelthiere. Leipzig 1874.

contractilen Substanz selbst in Continuität stehen, hält, so erscheint die obige Beobachtung schwer verständlich.

Der erwähnte Umstand bietet nun Gelegenheit, die motorischen und sensiblen Nerven zu unterscheiden. Hat man nämlich ein feines Elektrodenpaar auf einen frischen Brusthautmuskel in der Nähe des Nervenstämmchens aufgesetzt, so entstehen anfangs bei jeder Reizung ausgiebige Contractionen; dieselben werden aber schwächer und schwächer, und bald überzeugt man sich bei mikroskopischer Beobachtung, dass das Präparat ruhig bleibt, bis auf die Stellen, wo die Endigungen motorischer Fasern liegen und wo noch bei jeder Reizung Contractionsbeulen entstehen. Im oberen und unteren Drittheil des Muskels beobachtet man aber diese Erscheinung fast nie; da nun gleichwohl einzelne Nervenfasern innerhalb dieser Gebiete verlaufen und endigen, sind wir genöthigt, diese eben von den motorischen zu scheiden und ihnen eine andere Function zuzusprechen.

Hiermit ist die physiologische Seite unserer Aufgabe erschöpft. Wir haben uns im Bisherigen überzeugt, dass die Muskeln sensible Organe sind, dass in denselben sich markhaltige Nervenfasern vorfinden, welche durch die hinteren Spinalwurzeln das Rückenmark verlassen und bestimmt nicht motorischer Natur sind. Wir wenden uns nunmehr zum anatomischen Theil der Untersuchung, zur Ermittelung des Verlaufes und der Endigungsweise jener empfindenden Muskelnerven.

VII. Ueber den Verlauf und die Endigungsweise der sensiblen Nervenfasern in den quergestreiften Muskeln.

Eine fast vollständige Zusammenstellung und kritische Würdigung der zahlreichen Untersuchungen, welche über das Verhältniss der Nerven zu der quergestreiften Muskelsubstanz angestellt worden sind, findet man in Gerlach's neuester, bereits im vorigen Kapitel citirter Schrift. Ich werde daher im Folgenden nur diejenigen Arbeiten hervorheben, in denen die Frage nach der Existenz sensibler Muskelnerven näher in Erwägung gezogen ist.

Das Verdienst, die ersten Beobachtungen nach dieser Richtung hin angestellt zu haben, gebührt Reichert[1]). Bei der Untersuchung des Verlaufes der Nerven im Brusthautmuskel des Frosches bemerkte er eine geringe Zahl von Fasern, welche in Verlauf und Endigungsweise sich abweichend von den übrigen verhielten. Es sind dies, seiner Beschreibung zufolge, schmale, zu Varicositäten geneigte Fasern, welche bogenförmig und isolirt über weite Strecken des Muskels verlaufen und hierbei nur wenige Aeste abgeben. Diese Aeste enden aber nicht in der Muskelsubstanz, treten vielmehr, ebenso wie die Stammfasern, über den Rand des Muskels hinweg zu anderen Theilen und erscheinen daher am präparirten Muskel abgeschnitten. Reichert hält die Vermuthung für gerechtfertigt, dass dieses die von der Physiologie postulirten sensiblen Nerven der Muskeln seien. Seine Beobachtung ist im Wesentlichen richtig; nur irrte er darin, dass er jenen Fasern alle näheren Beziehungen zur Muskelsubstanz absprach, sie nur auf dem Durchgang durch dieselbe begriffen ansah. In Wahrheit entsenden jene Fasern, wie ich weiter unten zeigen werde, eine reichliche Menge zarter, blasser Aestchen, welche zum grossen Theil mit den Primitivbündeln selbst in Beziehung treten. Diese Elemente sind Reichert entgangen; doch erklärt sich dies leicht aus der Unvollkommenheit der histologischen Technik, zur Zeit als er seine Untersuchungen anstellte. Die von ihm benutzte Methode gestattet es in der That nicht, mehr zu erkennen, als das von ihm beschriebene.

Einen Schritt weiter that Kölliker[2]), der sich desselben Objectes bediente, wie Reichert. Ihm gelang es, jene Fasern, deren Zahl er mit Recht etwas höher veranschlägt, weiter zu verfolgen und ihr Verhalten nach dem Eintritt in die an den Muskel grenzende Fascie zu studiren. Er findet, dass dieselben

---

1) Ueber das Verhalten der Nervenfasern bei dem Verlauf, der Vertheilung und Endigung in einem Hautmuskel des Frosches. Dies Archiv 1851. S. 29.

2) Mikroskopische Anatomie II. 1. S. 240; ferner: „Ueber die Endigungen u. s. w.“ in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. XII. S. 149.

nach wiederholten Theilungen sich immer mehr verschmälern und schliesslich in Gestalt feiner, kaum 0·0015 Mm. messender Fädchen innerhalb des Bindegewebes zugespitzt endigen. Er vermuthet, dass alle jene Elemente aus einer einzigen markhaltigen Stammfaser entstehen; an einigen Präparaten, wo diese Stammfaser isolirt in den Muskel eintrat, konnte er sich hiervon unmittelbar überzeugen. Diese Angaben sind vollkommen begründet; dagegen gelang es Kölliker ebensowenig wie Reichert, die terminale Verästelung jener, auch von ihm als sensibel angesprochenen Fasern in der Muskelsubstanz selbst aufzufinden, und leugnet er daher die Existenz einer solchen.

Arndt[1]) hingegen hat in den Muskeln der Wirbelthiere und der Wirbellosen feine, das Sarkolemm umspinnende und verschieden endigende blasse Fäserchen beobachtet, welche er als die sensiblen Nerven der Muskeln betrachtet. Es ist dies zwar lediglich eine des Beweises ermangelnde Vermuthung, auch fehlen bestimmte Angaben über das Hervorgehen jener Elemente aus grösseren, namentlich markhaltigen Stammfasern von sicher nervöser Natur; indessen möchte ich nicht bezweifeln, dass Arndt vielfach auf der richtigen Spur gewesen ist.

Weniger glücklich war Alexis Sokolow[2]); derselbe hat in den Muskeln des Frosches stets nur eine und dieselbe Art von Nervenendigungen wahrnehmen können, nämlich diejenige der motorischen Fasern. Die Existenz sensibler Muskelnerven glaubt er daher rundweg in Abrede stellen zu müssen.

Die Untersuchungen von Odenius[3]) sind, wie es scheint, in Deutschland weniger bekannt geworden, als sie es verdienen. Diesem Autor ist es gelungen, die feine blasse Terminalver-

---

1) Untersuchungen über die Endigung der Nerven in der quergestreiften Muskelsubstanz. M. Schulze's Archiv für mikroskopische Anatomie. IX. S. 481.

2) Sur les transformations des terminaisons des nerfs dans les muscles de la grenouille après la section des nerfs. Arch. de phys. norm. et pathol. publ. par Vulpian, Charcot et Brown-Séquard 1874. p. 300.

3) Undersökningar öfver de sensibla muskelnerverna. Nordiskt Medicinsk Arkiv, redigeradt af Axel Key. 1872. Fjärde bandet. No. 18.

ästelung der sensiblen Nerven in den Muskeln des Frosches und der Maus aufzufinden. Seine Beschreibungen und Abbildungen sind so exact und stimmen so völlig mit den meinigen überein, welche, unabhängig von jenen, bereits am 1. April 1873 der Universität zu Berlin vorgelegt waren, dass hieran nicht zu zweifeln ist. Bis zu den letzten, feinsten Endigungen der fraglichen Elemente ist Odenius freilich nicht vorgedrungen, noch weniger hat er Beweise für die sensible Function derselben beigebracht; auch vermisst man in seiner Arbeit eine vollständige Uebersicht des gesammten Gebietes, wie sie nur durch ausgedehntere Untersuchungen zu gewinnen war.

Gerlach[1]) hält die Aufsuchung der sensiblen Muskelnerven für ein Problem, zu dessen Lösung die heutigen Hilfsmittel der Histologie nicht ausreichen.

Ich gelange nunmehr dazu, die von mir erhaltenen Resultate darzulegen, und beginne mit den Methoden der Untersuchung. Für das Studium der Beziehungen zwischen Nerv und Muskelfaser sind im Laufe der Jahre eine grosse Reihe verschiedenartiger Methoden angegeben worden, welche man, wie Gerlach treffend hervorhebt, zweckmässig in drei Gruppen sondert:

1) Untersuchung mit Hilfe indifferenter Flüssigkeiten,
2) mit Hilfe verdünnter Säuren,
3) mit Hilfe metallischer Agentien.

Jede dieser drei Methoden hat ihre eigenthümlichen Vorzüge; man muss sie insgesammt kennen, um die Irrthümer zu vermeiden, welche durch ausschliessliche Anwendung der einen oder anderen von ihnen entstehen. Die Untersuchung mit Hilfe von indifferenten Flüssigkeiten (Serum, Na Cl-Lösung von $\frac{1}{2}$–$\frac{3}{4}$ %) bietet den Vortheil, uns das unveränderte Object in seiner natürlichen Beschaffenheit vorzuführen. Da innerhalb solcher Medien Nerv und Muskel längere Zeit hindurch ihre Lebenseigenschaften bewahren, ist eine Unsicherheit in der Unterscheidung normaler, präexistirender Einrichtungen von etwaigen

---

1) A. a. O. S. 17.

Kunstproducten nicht möglich. Die Befunde, welche im vierten Abschnitt dieser Arbeit (S. oben S. 498) mitgetheilt sind und welche sich auf die Unterscheidung normaler und degenerirter Nervenfasern im M. sartorius des Frosches beziehen, wurden durchweg nach dieser Methode gewonnen. Auch über die Einschnürungen an den Nervenfasern, die regelmässige Wiederkehr derselben lässt sich nur so einigermaassen Sicheres ermitteln. Dagegen gestattet die Methode wohl nie, am unzerfaserten Objecte die feineren Gewebselemente, namentlich die blassen Endausläufer der Nervenfasern zu erkennen. Dies gelingt erst mit Hilfe der zweiten Methode, der Anwendung verdünnter Säuren. Concentrirte Säuren oder Alkalien sind für diesen Zweck völlig zu verwerfen. Das Object wird zwar in wenigen Augenblicken durchsichtig, büsst aber zugleich einen grossen Theil seiner feineren Structur-Eigenthümlichkeiten ein. Die Muskelbündel quellen stark auf und streben, sich dicht aneinander zu legen, so dass feine Nervenfädchen dadurch dem Blicke gänzlich entzogen sind. Die letzteren werden auch wohl direct durch die Wirkung des Reagens zerstört, da ich nie an so behandelten Objecten eine Spur von ihnen wahrzunehmen vermochte.

Ganz anders die verdünnten Säuren. Die Wirkung derselben beruht wesentlich auf der Klärung des perimysialen Bindegewebes; die Nervenfasern, die innerhalb des letzteren verlaufen, treten dadurch mit überraschender Klarheit und Schärfe hervor, ohne in ihrer Structur bedeutend alterirt zu sein. An den Muskelbündeln werden, wie bekannt, die Kerne deutlich; die contractile Substanz ist nur etwas durchsichtiger als am frischen Object, ihre Querstreifung völlig intact; endosmotische Abhebung des Sarkolemms tritt niemals ein. — Dieser Methode hat sich mit Erfolg bereits Kölliker bedient. Ein hübsches Verfahren hat unlängst Odenius (a. a. O.) angegeben: Das frisch präparirte Object wird auf 24 Stunden in eine Essigsäure-Mischung (10—15 Tr. auf 100 G. Wasser), dann wiederum 24 St. in eine höchst verdünnte Chromsäure-Lösung (etwa 1:7000) gelegt und in Glycerin untersucht. Richtig angewendet, gewährt dieses Verfahren jedem Anfänger

die Möglichkeit, Ramificationen sensibler Fasern zu sehen. Doch bietet noch grössere Vortheile ein Verfahren, dessen ich mich vorzugsweise bedient habe, und das in Folgendem besteht: Frisch präparirte Muskelchen werden auf 24 St. in eine 1procentige Essigsäure gelegt, dann herausgenommen, abgespült und nun ebenso lange in eine Flüssigkeit gelegt, welche ein Minimum Pikrinsäure enthält. Dieselbe wird dargestellt, indem man zu einem Uhrgläschen, welches 7—8 Gramm Wasser fasst, einen Tropfen einer Pikrinsäure-Lösung von 1:300 hinzufügt. Das herausgenommene Object wird sorgfältig abgespült und in Glycerinflüssigkeit (Aq. dest. u. Glyc. zu gleichen Theilen) eingekittet. Die Wirkung, welche der Essigsäure in diesem Falle zukommt, ist bereits geschildert, sie besteht wesentlich in der Aufhellung des Bindegewebes. Die Pikrinsäure dient zunächst als Färbemittel; Nervenfasern und Muskelbündel erscheinen gelblich tingirt, erstere jedoch intensiver, das Bindegewebe bleibt völlig farblos. Die marklosen Ausläufer der sensiblen Nervenfasern sind bis in ihre letzten Endigungen hin mit grösster Deutlichkeit zu verfolgen; namentlich die bald zu beschreibeude Umstrickung der Muskelbündel durch dieselben habe ich einzig und allein an so behandelten Objecten wahrnehmen können. Zahlreiche Versuche mit anderen Stoffen, z. B. saurer Carminlösung haben durchweg negative Resultate geliefert. Die Pikrinsäure bietet aber überdies den wichtigen Vortheil, das die Objecte der Aufbewahrung fähig sind. Ich besitze eine Reihe von Präparaten dieser Art, welche, seit nunmehr 15 Monaten, sich nur sehr unbedeutend verändert haben. Die nach der Odenius'schen Methode dargestellten Präparate dagegen werden ziemlich bald fast unbrauchbar, indem eine fibrilläre Zerklüftung der Muskelbündel eintritt.

Was die dritte Untersuchungsmethode anbelangt, die Anwendung metallischer Agentien, so bieten sich hier verschiedene Wege dar. Die Vortheile, welche das Goldchlorid für das Studium der motorischen Nervenendigungen bietet, zeigt es bei der vorliegenden Untersuchung nicht in gleicher Weise. Ich habe mich vielfach und nach verschiedenen Verfahrungsweisen bemüht, durch Zerfaserung vergoldeter Muskeln Objecte für

die Demonstration sensibler Nervenendigungen zu bekommen, habe mich aber überzeugt, dass auf diesem Wege Nichts zu hoffen ist. Das interstitielle Bindegewebe und die in ihm enthaltenen marklosen Nervenfasern werden durch Goldchlorid so gut wie vernichtet. Das Palladiumchlorür, an welches ich nach der Empfehlung von F. E. Schulze[1]) mit grossen Hoffnungen ging, hat sich eben so wenig bewährt. Die Tinction, welche durch dieses Reagens erzielt wird, ist allerdings eine vortheilhafte: die Nervenfasern färben sich schwarz, die Muskelbündel höchstens gelbbraun. Aber dennoch sind die Präparate, zufolge ihrer mechanischen Beschaffenheit, unbrauchbar. Die Muskelbündel sind völlig mürbe und zerbröckeln unter der präparirenden Nadel; auch die Nervenstämme haben ihre Festigkeit eingebüsst und erscheinen an zerfaserten Objecten meist in Trümmer zerfallen. Ueberdies erstreckt sich die Färbung fast nie auf die feineren Elemente der Verzweigung, von denen daher wenig wahrzunehmen ist. Ob man starke Lösungen (1:100) kurze Zeit, oder dünne Lösungen mehrere Tage hindurch wirken lässt, ist für den Erfolg gleichgültig.

Ganz anders bewährt sich auch hier die Ueber-Osmiumsäure, jene so höchst werthvolle Waffe der histologischen Technik. Die charakteristische, am Besten mit der Farbe dunklen Schiefers vergleichbare Tinction, welche das Osmium dem Myelinstoffe ertheilt, gestattet mit Sicherheit die Unterscheidung markhaltiger und markloser Nervenfasern. Zugleich erleichtert sie die Aufsuchung und Verfolgung derselben inmitten der Muskelsubstanz, welche grünlichbraun tingirt erscheint, in hohem Grade. Alle bindegewebigen Theile, sowie die Gefässe bleiben vollkommen farblos. Trotz der dunklen Nuance sind übrigens die Nervenfasern vollkommen pellucid; da die Färbung sich nur auf die Markscheide erstreckt, zeigt der optische Durchschnitt der Fasern zwei dunkle Randstreifen und einen helleren Axialtheil; die Ranvier'schen Einschnürungen bieten das bekannte, charakteristische Bild. Durch die metallische Imprägnation des Myelins werden, wie

---

1) Centralblatt f. d. medic. Wissenschaften. 1867. S. 193.

Gerlach hervorhebt, die Fasern in hohem Grade widerstandsfähig, man kann sie, selbst an fein zerfaserten Präparaten, meist in grosser Ausdehnung verfolgen. Auch die marklose Verzweigung ist gut conservirt und deutlich zu erkennen; freilich darf man sich das Suchen nicht verdriessen lassen. — Vor dem Erscheinen der Gerlach'schen Arbeit glaubte ich, man könne die Wirkung der Ueber-Osmiumsäure nur an zerfaserten Objecten studiren. Gerlach hat jedoch eine Methode angegeben, welche es gestattet, einen Brusthautmuskel des Frosches in seiner Totalität zu untersuchen. Der frisch präparirte Muskel wird auf 7—8 Minuten in eine $\frac{1}{2}$procentige Lösung von Ueber-Osmiumsäure gelegt, dann einige Stunden hindurch der Wirkung einer verdünnten Salzsäure ausgesetzt und in Lösung von essigsaurem Kali untersucht. Ich habe diese Methode mehrfach angewendet und kann bestätigen, dass dieselbe für die Demonstration der gröberen Nervenvertheilung recht hübsche Objecte liefert. Für den vorliegenden Zweck ist sie nicht verwendbar, da die Präparate nicht Durchsichtigkeit genug behalten, um das Studium der feineren Elemente bei stärkerer Vergrösserung zu gestatten. Uebrigens scheint die Osmiummethode leider keine conservirbaren Objecte zu liefern; meine, durch Zerfaserung gewonnenen Präparate sind wenigstens sämmtlich, trotz der Aufbewahrung in essigsaurem Kali, durch nachträgliche Schwärzung der Muskelfasern unbrauchbar geworden.

So viel von den Untersuchungsmethoden. Betrachten wir jetzt zunächst das Bild der Nervenverzweigung, wie es sich an der inneren Fläche eines Brusthautmuskels vom Frosche bei mittlerer Vergrösserung darstellt. Der Muskel besitzt ein Nervenstämmchen, welches, in der Mitte des lateralen Muskelrandes eintretend, aus 8—10 markhaltigen, 0·009—0·012 Mm. breiten Fasern besteht und sich zu einer Figur, ähnlich einer entlaubten Linde, verästelt. Bei dieser Verästelung mehrt sich die Zahl der Fasern beständig, während der Durchmesser der einzelnen nur unbeträchtlich abnimmt. An den Stellen nämlich, wo gröbere Aeste sich abzweigen, theilt sich eine gewisse Zahl von Fasern dichotomisch; die aus der Theilung

hervorgehenden Elemente sind etwas kleiner, als die Stammfaser, besitzen aber zusammen einen viel grösseren Durchmesser als dieselbe. Es findet hier also ein ähnliches Verhältniss statt, wie bei der Verästelung der Blutgefässe.

Durch die Theilungen lösen sich die wenigen primären Fasern in 35—40 secundäre auf, deren Durchmesser bis zu 0·006 Mm. herabsinkt. Die Aeste des Baumes bestehen aus Gruppen dieser letzteren; dieselben verbinden sich unter einander, um ihre Elemente auszutauschen, und bilden ein weitmaschiges Netz, welches etwa das mittlere Drittel der Länge des Muskels einnimmt und vom lateralen Rande desselben bis zum medialen reicht. Die Configuration desselben ist äusserst mannigfaltig und stimmt nie, selbst bei den beiden Muskeln eines Thieres, auch nur annähernd überein. Die einzelnen secundären Fasern schlagen nun einen mehr und mehr gesonderten Verlauf ein, um sich schliesslich in eine gewisse Zahl tertiärer Fasern aufzulösen, welche durch büschelförmige Theilung aus ihnen hervorgehen; diese letzteren treten nach kurzem Verlauf, meist in querer oder schräger Richtung zu einem Primitivbündel heran, um daselbst zu endigen.

Ueber diese Endigung ist bekanntlich, trotz zahlloser Untersuchungen, noch keine Einigung erzielt. Vielmehr ist erst unlängst, durch die Untersuchungen von Gerlach, die ganze Angelegenheit in ein neues Stadium eingetreten, von dem sich nicht mit Sicherheit sagen lässt, ob es ein definitives und abschliessendes sein werde. Als festgestellt durch die überwiegende Majorität der Forscher kann man wohl nur Folgendes ansehen: die Nervenfaser tritt an das Muskelbündel heran, durchbohrt das Sarkolemm, wobei meist die Markscheide aufhört, und theilt sich in eine variable Zahl sogenannter Terminalfasern, welche mit Kernen versehen sind. Diese Terminalfasern scheinen in der Regel, namentlich bei Amphibien, marklos zu sein (Calberla[1]) bildet allerdings auch vom Frosch

1) Ueber die Endigungsweise der Nerven in den quergestreiften Muskeln der Amphibien. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. XXIV. S. 164.

markhaltige Terminalfasern unter dem Sarkolemm ab). Dass dieses Verhalten aber kein constantes ist, davon habe ich mich überzeugt bei den Muskeln der Fledermaus; hier kommen, wie ich noch weiter unten begründen werde, markhaltige Terminalfasern vor (s. Fig. 3 Taf. XVIII.).

Was aus den Terminalfasern weiterhin werde, ist für den vorliegenden Zweck gleichgültig. Die angeführten, typischen und fast immer leicht constatirbaren Eigenthümlichkeiten reichen hin, um als unterscheidende Merkmale der motorischen Nervenendigungen zu dienen. Man kann sie, beim Frosch, auch an frischen Objecten unschwer auffinden. Verfolgt man nämlich eine secundäre motorische Faser, so gelangt man alsbald an eine Stelle, wo dieselbe scheinbar kolbig endigt; es rührt dies von dem Vorhandensein einer Einschnürung an dieser Stelle her. Bei aufmerksamem Zusehen überzeugt man sich, dass aus der eingeschnürten Stelle 2—3 blasse Terminalfasern hervorgehen, welche dicht auf der quergestreiften Substanz, mehr oder weniger parallel mit der Längsaxe des Muskelbündels, eine Strecke weit hinziehen, um scheinbar spitz aufzuhören. An mit Säure behandelten Objecten erkennt man auch die ovalen, granulirten Kerne dieser Fasern.

Ich habe im Vorhergehenden bereits mehrfach die Einschnürungen (étranglements annulaires, Ranvier) der Nervenfasern erwähnt. Bekanntlich sind es gerade die intermuscularen Nerven, an denen man dieselben schon vor langer Zeit gesehen und beschrieben hat. Merkwürdigerweise hat man aber nur denjenigen Einschnürungen Beachtung geschenkt, welche sich vorfinden an den Theilungsstellen, sowie beim Durchschnitt der Nervenfaser durch das Sarkolemm. Nachdem Ranvier[1]) vor drei Jahren nachgewiesen hatte, dass diese Gebilde in durchaus constanter und regelmässiger Form im ganzen Verlauf der peripherischen Nervenfasern sich wiederholen, nahm ich Veranlassung, bei meinen Untersuchungen auf

1) Recherches sur l'histologie et la physiologie des nerfs. Archives de phys. norm. et pathol. publ. par Brown-Séquard, Charcot, Vulpian. t. IV. p. 129.

diesen Umstand besonders zu achten. Ich habe mich überzeugt, dass die erwähnte Einrichtung auch an den Muskelnerven besteht, dass die Étranglements an jeder einzelnen Nervenfaser, bis zur Endigung hin, in ungefähr gleichen Abständen sich nachweisen lassen. Es bedarf für diesen Nachweis der Untersuchung mit Hilfe indifferenter Medien; alle differenten Reagentien, mit alleiniger Ausnahme der Ueber-Osmiumsäure wirken in der Weise verändernd auf die Nervenfasern ein, dass der grösste Theil der Einschnürungen undeutlich wird. Ich habe, schon vor einiger Zeit, darauf aufmerksam gemacht[1]), dass man diese Gebilde an den physiologisch frischen, noch leitenden Nervenfasern eines zuckenden Muskels mit aller Deutlichkeit nachweisen kann; ich glaube, dass hiermit ein nicht unwichtiger Beleg für die Präexistenz und vitale Bedeutung derselben gegeben ist.

Was nun die sensiblen Elemente im Platysma des Frosches anbelangt, so ist es aller Wahrscheinlichkeit nach eine einzige markhaltige Nervenfaser, welche dieselben liefert. Kölliker[2]) hat sich sicher hiervon überzeugt in einem Falle, wo diese Faser nicht innerhalb des gemeinschaftlichen Nervenstammes, sondern gesondert in den Muskel eintrat. Von den motorischen Fasern unterscheidet sich dieselbe in keiner Weise; sie theilt sich, wie jene, dichotomisch und zeigt Einschnürungen in denselben Abständen (durchschnittlich 0·3 Mm.). Es entstehen so aus der primären Faser drei bis fünf secundäre, deren Dicke etwa 0·005 Mm. beträgt. Dieselben laufen anfangs innerhalb der gröberen Aeste der Nervenverzweigung, trennen sich aber bald von diesen, um dann einzeln in weitem, bogenförmigen Verlauf über den ganzen Muskel, auch auf Stellen, wo die motorischen Fasern gänzlich fehlen, sich auszubreiten. Sie streben dem oberen, unteren und medialen Rande des Muskels zu, verschmälern sich jedoch, bevor sie denselben erreichen, durch Abgabe zahlreicher Aeste beträchtlich und treten schliesslich, oft schon marklos geworden, aus dem Muskel heraus in die angrenzenden Fascien.

1) Centralbl. f. d. medic. Wissensch. 1873. S. 578.

2) A. a. O.

Alles dieses kann man schon an frischen Muskeln, bei Anwendung indifferenter Zusatzflüssigkeiten, erkennen. Was aber die Ramification der sensiblen Fasern anbelangt, so bedarf es, um diese zu sehen, gewisser Methoden, welche aufhellend und zugleich in gewissem Grade färbend wirken. Bevor wir aber diesen feineren Verhältnissen nachgehen, wollen wir uns das bisher Erörterte auch an einem anderen Objecte vor Augen führen, dem Sartorius des Frosches, der als Typus für die spindelförmigen Muskeln dienen kann. Ich habe ausser dem Sartorius beim Frosch noch die Muskeln des Bauches, der Zehen, sowie den M. cutaneus femoris (Dugès: post-ischio-tibial superficiel; Ecker: M. rectus int. minor) untersucht; die Verhältnisse sind im Wesentlichen überall dieselben, weshalb ich mich bei der Beschreibung auf den Sartorius beschränke.

Die Präparation dieses Muskels geschah in der Weise, dass sowohl am medialen, wie am lateralen Rande Streifen der Fascie mitgenommen wurden; besonders an der Eintrittsstelle des Nerven muss die ihn einhüllende Fascie in grösserer Ausdehnung präparirt werden, weil schon hier oft Aeste sich abzweigen. Von dem Nervenstamm nimmt man ebenfalls vortheilhaft eine Strecke von einigen Millimetern mit fort. Den so zugerichteten Muskel brachte ich mit etwas $\frac{3}{4}$procentiger Chlornatriumlösung auf den Objectträger, und zwar derart, dass die innere Fläche dem Beobachter zugekehrt war. An dieser inneren Fläche, dicht unter dem Perimysium, findet nämlich der bei Weitem grösste Theil der gröberen Nervenverästelung statt, was die Untersuchung in hohem Grade begünstigt. — Um zunächst den Ueberblick über das Ganze zu bekommen, wandte ich schwache Vergrösserung an ($\frac{65}{1}$ — $\frac{100}{1}$); wollte ich Einzelheiten genauer studiren, so wurde die Vergrösserung gesteigert. Der Nerv des Sartorius, welcher am medialen Rande, etwas unterhalb der Mitte, eintritt, besteht aus etwa 20 breiten Primitivfasern. Sogleich nach seinem Eintritt, oder schon vorher innerhalb der Fascie, theilt sich der Nerv in drei Aeste (siehe die Abbildung auf Taf. XIII.)[1]), von denen zwei wohl auch

1) Ich sehe mich genöthigt, hier auf die beiden Abbildungen

durch einen gemeinsamen Stamm vereinigt sein können. Der mittlere dieser Aeste strebt in transversaler Richtung dem lateralen Rande des Muskels zu, theilt sich jedoch, ohne diesen zu erreichen, in zwei etwa rechtwinklig divergirende Aeste; diese versorgen das mittlere Drittel und fast den ganzen lateralen Rand des Muskels, während die anderen beiden Hauptäste parallel mit der Richtung der Muskelfasern aufwärts, resp. abwärts ziehen, um das obere und untere Drittel des Muskels zu versorgen (siehe d. Fig.). Uebrigens ist selbst diese grobe Theilung in ihrem Verhalten keineswegs constant, und noch weit mannigfaltiger gestaltet sich das Bild im weiteren Verlaufe. Die vier Hauptäste geben eine Reihe von Seitenzweigen ab, welche sich meist unter einander verbinden. Letzteres ist jedoch nicht immer der Fall; man findet Muskeln, wo kaum eine einzige derartige Verbindung sichtbar ist, wo die Fasern in rein centrifugaler Richtung ihrem Ziele zustreben. Die Plexusbildung ist aber der häufigere Fall. In Folge des Austausches der Elemente, welcher dabei stattfindet, können oft Fasern eine Strecke weit in umgekehrter, centripetaler Richtung mit fortgenommen werden, wodurch das Bild der Nervenschlingen entsteht.

Verlauf und Endigungsweise der motorischen Nervenfasern verhalten sich ganz in der Weise, wie es bereits oben für das Platysma geschildert ist. Man unterscheidet ebenfalls primäre, secundäre und tertiäre Fasern. An den Abgangsstellen der gröberen Aeste erfolgt dichotomische Theilung einiger Fasern; dieselbe pflegt sich an den Theilproducten noch einige Male zu wiederholen; unter der Bezeichnung „secundäre Fasern" sind also gleichsam mehrere Generationen zusammengefasst, welche sich jedoch ihrem Charakter nach nicht wesentlich unterscheiden. Alle diese Fasern nämlich streben in Gruppen vereint ihrem Bestimmungsort zu; e s k o m m t n i e v o r, d a s s e i n e m o t o-

---

(Taf. XIII. u. XIV.) zu verweisen, welche behufs Illustration der Degenerationsversuche, dem zweiten Theile dieser Arbeit beigegeben sind.

rische Faser isolirt über grössere Strecken verläuft, wie es die sensiblen zu thun pflegen. Die Lostrennung vom Hauptast erfolgt vielmehr erst dann, wenn der Bestimmungsort erreicht ist, und nach kurzem Verlauf zerfällt die Faser, constant unter Bildung einer Einschnürung, in ein Büschel tertiärer Fasern. Aus der Theilung gehen meist zunächst 3—4 Zweige hervor, welche sich unmittelbar darauf noch weiter theilen, so dass 5—8 zur Endigung bestimmte Aeste aus einer secundären Faser hervorgehen. Diese, 3—4 μ starken Aeste gelangen alsbald, in schräger oder querer Richtung, zu ihren Primitivbündeln, um, öfters bereits in zwei Terminalfasern getheilt, in dieselben einzutreten. Solche Endigungen sieht man übrigens nur in höchst geringer Zahl an der Oberfläche; die meisten derselben müssen im Innern des Muskels gelegen sein. Man bemerkt auch in der That, dass ein bedeutender Theil der secundären und tertiären Aeste die Reihen der Muskelfasern durchbricht und der Tiefe zustrebt. — Von den Aesten, welche zum Rande des Muskels verlaufen, lösen sich einige tertiäre, und oft selbst eine secundäre Faser ab, um aus dem Muskel heraus in die Fascie zu treten und zu benachbarten Muskeln überzugehen; ebenso bekommt auch der Sartorius Zweige von seinen Nachbaren. Erhält man bei der Präparation den Muskel im Zusammenhang mit Streifen der angrenzenden Muskeln, so kann man den Uebertritt bequem verfolgen.

Neben den motorischen Fasern finden sich in jedem Muskel noch feine, blasse Nervenfädchen, welche theils schon in Begleitung der Gefässe eintreten, theils erst von dem Nervenstamm sich ablösen, um in die Gefässe überzugehen, dieselben netzartig umstrickend. Es sind ohne Zweifel vasomotorische Nerven.

Von den sensiblen Elementen im Sartorius ist Folgendes zu sagen. An mehreren Stellen (siehe d. Abbild. auf Taf. XIII. bei s_1 s_2 s_3 s_4 s_5) lösen sich von den gröberen Nervenzweigen markhaltige Fasern ab, welche von Perineurium bekleidet sind und etwa 0·005 Mm. im Durchmesser halten. Dieselben ver-

laufen, quer oder schräg gegen die Richtung der Muskelfasern, isolirt über auffallend grosse Strecken des Muskels und unterscheiden sich schon hierdurch von den secundären motorischen Fasern. Mitunter ist ihr Verlauf ein wahrhaft mäandrischer; die Faser s_2 z. B. (Taf. XIII.), welche aus dem Stamm 1 hervorgeht, giebt eine beträchtliche Zahl feiner Aestchen ab, schliesst sich dann (bei h) dem Stamme 4 an, läuft in demselben rückwärts („Nervenschlinge") und quer über die Theilungsstelle i hinweg, um sich schliesslich innerhalb des Stammes 5 so mit den übrigen Fasern zu verflechten, dass sie nicht weiter verfolgt werden kann. Mitunter bleiben diese Elemente, soweit man sie verfolgen kann, fast unverästelt; in diesem Falle sind die Ranvier'schen Ringe durch Zwischenräume von der gewöhnlichen Grösse (1 Mm. im Sartorius) getrennt. Eine solche Faser (s_1 auf Taf. XIV.) endigt nicht an der Oberfläche, sondern durchbricht schliesslich die Reihen der Primitivbündel und gelangt in die Tiefe, wo sie nicht weiter verfolgt werden kann. Bei den anderen dagegen, welche die zur Beobachtung vorliegende innere Fläche des Muskels versorgen, folgen die Ranvier'schen Ringe auffallend dicht auf einander. Bei stärkerer Vergrösserung sieht man von diesen Einschnürungen feine, sowohl dunkelrandige als blasse Aestchen abgehen, über deren Schicksal jedoch an einem so dicken Object wie dem Sartorius, selbst wenn man ganz junge Thiere verwendet, keine Gewissheit zu erlangen ist. Man kann sich jedoch überzeugen, dass ein Theil derselben im Perimysium verläuft, während die übrigen mit der Muskelsubstanz selbst in Beziehung treten.

Was berechtigt uns nun, diese Elemente mit voller Sicherheit als die Empfindungsnerven des Muskels anzusprechen? Die histologischen Befunde allein, so sehr sie auch unsere Ansicht unterstützen, vermögen doch nicht den Nachweis für die Function zu liefern. Dieser Nachweis resultirt vielmehr aus den im zweiten Theil dieser Arbeit mitgetheilten Versuchen mit Anwendung der Waller'schen Methode. Indem sich herausstellt, dass die beiden morphologisch trennbaren Arten von Nervenfasern auch in ihren Rückenmarks-Ursprüngen ge-

schieden sind, dass die einen durch die vorderen, die anderen durch die hinteren Wurzeln verlaufen, ist der Nachweis für den sensiblen Charakter dieser letzteren wohl als gesichert zu betrachten, besonders wenn man die in Kap. V. und VI. mitgetheilten Reizversuche damit zusammenhält. — Die Waller-sche Methode ist uns aber auch ein wesentliches Förderungsmittel in histologischer Beziehung, indem sie nach Art einer differenzirenden mikrochemischen Reaction die Trennung der sensiblen und motorischen Fasern möglich macht. Ein Blick auf Taf. XIV. zeigt, was mit diesen Worten gemeint ist. Man erkennt innerhalb des gemeinschaftlichen Nervenstammes, welcher die motorischen Nerven im degenerirten Zustande enthält, zwei normale, breite, dunkelrandige Fasern, aus welchen durch dichotomische Theilung secundäre Fasern für jedes der gröberen Nervenbündel hervorgehen. Zwei Primitivnervenröhren also sind es, auf denen das Muskelgefühl des Sartorius beim Frosche beruht. Aus den secundären Fasern entstehen auf dem Wege der Ramification die bereits geschilderten tertiären, aus diesen, wiederum durch dendritische Verästelung, die noch zu schildernden quaternären. Ein wesentlicher Unterschied zwischen den motorischen und sensiblen Fasern besteht somit in dem Modus der Vermehrung: dieselbe erfolgt bei den motorischen Nerven ausschliesslich auf dem Wege der Theilung in gleichwerthige Elemente, bei deu sensiblen Fasern dagegen treffen wir anfangs ebenfalls Theilungen, späterhin aber durchweg baumförmige Ramification.

Es erübrigt nunmehr die Beschreibung der terminalen Ausbreitung. Wir wenden uns behufs dessen wiederum an den Brusthautmuskel, und zwar an Präparate desselben, welche der combinirten Wirkung verdünnter Essigsäure und Pikrinsäure unterworfen sind, nach der auf S. 11 geschilderten Methode. Wir haben gesehen, dass aus der primären Faser secundäre entstehen, welche bald einen gesonderten, selbständigen Verlauf einschlagen und isolirt über weite Gebiete des Muskels hinziehen. Diese Fasern zeigen einen Durchmesser von etwa 0·005 Mm. und sind von einer blassen, mit spindelförmigen Körperchen versehenen Scheide umgeben. Aus ihnen entsteht

eine grosse Zahl von Aesten, welche theils noch eine Markscheide besitzen, theils nackte Axencylinder darstellen. Die markhaltigen Aeste sind von einer Fortsetzung des Perineuriums der Stammfaser umhüllt und zeigen eine Dicke von etwa 0·002 Mm.; sie gehen schliesslich, indem die Markscheide unter konischer Zuspitzung sich verliert und gleichzeitig das Perineurium aufhört, ebenfalls in blasse, anfangs noch 0·001 Mm. starke Fasern über. Einen charakteristischen Fall dieser Art zeigt Fig. 1 (Taf. XVII.) bei d. Diese blassen Fasern nehmen alsbald einen gewundenen Verlauf an und zeigen mitunter kleine, knötchenähnliche Verdickungen, daneben aber eine beträchtliche Zahl grosser, verschiedenartig geformter, granulirter Kerne. Sie lassen sich meist über sehr grosse Strecken des Muskels oder der Fascie hin verfolgen, verschmälern sich aber durch Ramification mehr und mehr und unterscheiden sich schliesslich nicht weiter von den sogleich zu beschreibenden feineren Elementen.

Neben diesen, anfangs markhaltigen Zweigen entstehen aus den secundären Fasern auch einzelne marklose, welche jedoch in ihrem Verhalten jenen vollständig gleichen; es können auch mehrere solcher Fasern zu einem Bündel vereint sein, welches dann gewöhnlich von Perineurium umhüllt ist. Sie alle zusammen bilden gewissermaassen die dritte Generation der sensiblen Fasern im Platysma, welche jedoch nicht den oben geschilderten tertiären Fasern im Sartorius, sondern vielmehr erst den Aesten derselben entspricht. Aus ihnen sowohl, wie aus den secundären Fasern entsteht nun eine überraschend grosse Zahl feiner, nur Bruchtheile einer Mikre messender Fibrillen, welche sich zum Theil in das Perimysium, zum Theil aber in die Interstitien der Muskelbündel begeben. Eine Zusammensetzung aus Hülle und Inhalt lassen diese Fibrillen, auch bei der stärksten Vergrösserung, nicht erkennen. Doch muss eine solche angenommen werden wegen der zahlreichen Kerne, welche man an ihnen wahrnimmt. Diese Kerne entsprechen vollkommen denjenigen, welche ich soeben, bei der Beschreibung der stärkeren Aeste, erwähnt habe. Sie bilden eine höchst auffällige Erscheinung, insofern ihre Dimensionen

relativ kolossal zu nennen sind gegenüber dem geringen Quantum der eigentlichen, functionirenden Nervensubstanz. Ihre Gestalt ist meist eine spindelförmige; doch kommen auch ovale, runde, biscuitförmige und ganz unregelmässige Gestalten vor (s. Figg. 1, 2 u. 3). Bei stärkerer Vergrösserung erkennt man eine hyaline Randzone und einen granulirten Inhalt; die Granulirung ist in ihrer Feinheit sehr verschieden, mitunter wird sie sehr undeutlich. Als ich diese Gebilde noch nicht lange kannte, war ich geneigt, ihnen eine gangliöse Bedeutung zuzusprechen, wie sie ja, der Analogie mit anderen Sinnesapparaten zufolge, nicht unwahrscheinlich gewesen wäre. Indessen habe ich mich vergebens bemüht, durch Anwendung von Färbemitteln eine zellenartige Zusammensetzung nachzuweisen; andererseits habe ich mich überzeugt, dass jene Gebilde nicht als Unterbrechung in die Substanz der Nervenfaser eingeschaltet sind, sondern derselben nur äusserlich anliegen. Man kann nicht selten, auch wenn die Faser vom Kern verdeckt wird, ihren Contour unterhalb desselben continuirlich weiter verfolgen, und noch deutlicher wird die Trennung, wenn die Faser, in derselben Horizontalebene, wie der Kern, an demselben vorbeizieht. Wir haben es also in der That mit Kernen zu thun, offenbar angehörig einer feinen Scheide, welche die Fibrillen begleitet.

Eine andere Eigenthümlichkeit dieser letzteren besteht in ihrer Neigung zur Bildung von Anastomosen. Diese Neigung ist sehr verschiedenen Grades. Mitunter macht sie sich sehr wenig bemerklich, in anderen Fällen aber führt sie zur Bildung förmlicher Netze, aus denen die terminalen Fäserchen entspringen. Fälle dieser Art, ob wohl wenig ausgesprochen, finden sich in Fig. 1 (bei c) und Fig. 3 (bei s_3). Mitunter kommt es zu einer Art von Inselbildung, indem ein gröberes Aestchen plötzlich in mehrere feine zerfällt, welche dann bald wieder zusammenfliessen. Offenbar handelt es sich bei diesen Anastomosen nicht um eine wirkliche Verschmelzung, sondern nur um einen Austausch der feinsten Leitungselemente.

Wie schon erwähnt, begiebt sich ein Theil der terminalen Fibrillen in das Perimysium extern. und in die an den Muskel

grenzenden Fascien. Die Art, wie sie dort endigen, veranschaulicht Fig. 1. Das Präparat, nach welchem diese Zeichnung angefertigt wurde, befindet sich noch in meinem Besitz und ist auch gegenwärtig, trotz 15 Monate langer Aufbewahrung, noch vollkommen demonstrabel. Wir sehen, wie bei d eine markhaltige Faser (2 μ) sich vom Stamme abzweigt, um über den Rand des Muskels hinweg in die Fascie einzutreten. Bei e hören Perineurium und Myelinscheide plötzlich auf, und der etwa 0·5 μ starke Axencylinder bleibt allein übrig, um unter zunehmender Verschmälerung geschlängelt eine grosse Strecke weit hinzuziehen. Die zahlreichen, mit grossen Kernen versehenen Zweige, welche diese Faser abgiebt, verästeln sich ihrerseits wieder, und es entstehen schliesslich zarte, kernlose Fibrillen von unmessbarer Feinheit, welche sich optisch unentwirrbar mit dem Fibrillennetz des Bindegewebes verflechten; nur bei sehr starker Vergrösserung ($\frac{1000}{1}$, mit Immersion) lassen sieh an einzelnen Stellen spitze Endigungen erkennen. Die zahlreichen grossen, kernhaltigen und mit Ausläufern versehenen Zellen des Bindegewebes sind von den nervösen Elementen leicht zu unterscheiden; ein Zusammenhang zwischen beiden besteht bestimmt in keiner Weise (s. Fig. 1).

Dies die Endigung im Bindegewebe. Eine mindestens ebenso grosse, oft aber bei Weitem beträchtlichere Zahl terminaler Aestchen verbleiben nun im Gebiete der Muskelsubstanz selbst. Dieselben begeben sich, meist unmittelbar nach ihrer Entstehung aus gröberen Fasern, in das Interstitium zweier Muskelbündel, um daselbst, parallel mit letzteren, eine Strecke weit hinzuziehen (s. Fig. 1 an mehreren Stellen). Die wirklich terminalen Aestchen dieser Art zeigen stets einen Durchmesser von weniger als 1 μ; sie sind leicht kenntlich durch ihre grossen Kerne. Das weitere Schicksal dieser Elemente ist, soweit ich übersehen kann, von zweierlei Art. Entweder verbleiben sie im interstitiellen Bindegewebe, und dann ist ihre Endigung ganz analog der oben beschriebenen. Man erkennt noch ein paar Theilungen, eine Anastomosenbildung und dann Aufhören mittels feinster Fibrillen; oder aber die Endigung geschieht an den Muskelfasern selbst, und dies ist offenbar der

Brennpunkt der ganzen Untersuchung. Die Frage, ob specifische Endorgane der sensiblen Muskelnerven bestehen, hat mich lange Zeit hindurch in fieberhafter Spannung erhalten; ich kann nunmehr, nach sorgsamen Studien, das Bestehen solcher Endapparate mit Bestimmtheit in Abrede stellen. Die Endigungsweise, welche ich ermittelt habe, ist vielmehr eine ganz andere, nicht minder interessante. Sie besteht, kurz ausgedrückt, in Folgendem: Eine blasse Nervenfaser läuft neben dem Muskelbündel hin, umwickelt dasselbe in Spiraltouren und umstrickt es, ähnlich den Ranken der Weinrebe oder des Epheu's, mit feinen Terminalfibrillen.

Ich habe ein solches Verhalten in mehreren Fällen mit Sicherheit constatiren können; freilich bedarf es grosser Mühe und emsigen Nachsuchens, um wirklich beweiskräftige Bilder dieser Art zu erhalten. Es muss nämlich einerseits die betreffende Muskelfaser in ihrem Zusammenhange mit der Nachbarschaft etwas gelockert sein; an Fasern, welche ringsum dicht von anderen umschlossen sind, gelingen solche Beobachtungen begreiflicherweise nicht. Andererseits muss der Ursprung des terminalen Nervenästchens aus gröberen, markhaltigen Fasern noch demonstrirbar sein, um keinen Zweifel über die nervöse Natur desselben aufkommen zu lassen. Endlich muss das Muskelbündel an der betreffenden Stelle relativ intact sein, da Faltungen des Sarkolemms, abnorme Streifungen der contractilen Substanz die Wahrnehmung so feiner Verhältnisse natürlich in hohem Grade unsicher machen. Vollständiges Zusammentreffen dieser Bedingungen ist ein seltener Zufall. Neben einer Reihe von Objecten, welche nach der einen oder anderen Richtung hin zu wünschen übrig lassen, besitze ich ein Präparat, welches allen jenen Forderungen in der vollständigsten Weise genügt. Dieses Präparat, welches, wie ich leider gestehen muss, trotz aller Mühe bis jetzt ein Unicum geblieben ist, habe ich in Fig. 2 (Taf. XVII.) abgebildet. Es handelt sich um einen Brusthautmuskel des Frosches, der, in der geschilderten Weise, mit Essigsäure und Pikrinsäure behandelt ist. Am lateralen Rande desselben findet

sich eine Muskelfaser, welche zufällig bei der Präparation aus der Reihe der übrigen herausgedrängt und schräg über dieselben gelagert ist. Zu derselben begiebt sich ein motorisches (m) und ein sensibles Nervenästchen (s), deren Zusammenhang mit einem starken Bündel markhaltiger Fasern sehr deutlich, in der Figur aber weggelassen ist. Die etwa 3 μ starke motorische Faser geht alsbald in ihre Endigung über, welche so gezeichnet ist, wie sie im Präparate sichtbar. Wegen der vorangegangenen Behandlung mit Reagentien ist jedoch auf das Verhalten derselben, auf die granulirte Substanz, welche sich vorfindet, kein grosses Gewicht zu legen. Die 0·7 μ starke, blasse, mit grossen Kernen versehene sensible Faser dagegen läuft neben der Muskelfaser her, umschlingt dieselbe mehrfach in Spiraltouren und lässt sich enorm weit verfolgen, ohne wesentlich schmäler zu werden. In ihrem Verlaufe entsendet sie eine reichliche Menge feinster, kernloser Terminalfibrillen, welche zum Theil schon bei mittlerer, zum Theil aber erst bei starker Vergrösserung sichtbar werden. Die stärkste derselben (bei s_1 entspringend) hat eine Dicke von 0·4 μ; die übrigen sind der Messung unzugänglich. Fast alle umklammern, dem Sarkolemm äusserlich aufliegend, rankenartig die Muskelfaser. Ein Eindringen in dieselbe habe ich niemals wahrnehmen können; dagegen möchte ich nicht verschweigen, dass ich, bei Anwendung eines guten Immersionssystemes von Gundlach, Spuren einer netzartigen Verbindung jener Elemente untereinander zu sehen geglaubt habe.

Die geschilderten Verhältnisse sind an dem Präparate noch heute, 15 Monate nach der Herstellung desselben, wahrnehmbar und von mehreren geübten Mikroskopikern gesehen worden. Gegen den etwaigen Vorwurf einer Verwechselung mit Capillarschlingen, Sarkolemmfalten, welche einem ungeübten und phantasievollen Beobachter auf diesem Gebiete allerdings die grössten Täuschungen bereiten können, brauche ich mich, nach der obigen Darstellung, kaum noch zu vertheidigen. Die spiralförmigen Sarkolemmfalten erstrecken sich nicht über den Bereich des Muskelbündels hinaus; Capillargefässschlingen, Bindegewebsfibrillen entspringen nicht aus markhaltigen Nervenfasern.

Ich habe mich in der bisherigen Darstellung auf den Frosch beschränkt, wiewohl ich mindestens ebenso viel Zeit dem Studium von Muskeln anderer Wirbelthiere gewidmet habe. Der Grund besteht einfach darin, dass die Verhältnisse überall im Wesentlichen die nämlichen sind. Die Uebereinstimmung im Typus der Muskelnervenendigungen, welche für die motorische Sphäre neuerdings durch Gerlach vertreten wird, besteht ganz sicher für die sensible. Für die Wirbelthierreihe wenigstens kann ich dies bestimmt behaupten; für die Wirbellosen wird es durch die Befunde von Arndt[1]) einigermaassen wahrscheinlich. Die von mir untersuchten Thiere (Hecht, Eidechse, Maus, Ratte, Fledermaus, Kaninchen, Taube) zeigten mit Bezug auf die Verbreitung der sensiblen Muskelnerven nur so unwesentliche Unterschiede, dass ich mit der Beschreibung derselben den Leser nicht ermüden mag. Ich hebe hervor, dass die Augenmuskeln besonders reich an sensiblen Elementen sind und dass dieselben bei Ratten und Mäusen ein auch zur Untersuchung im frischen Zustande taugliches Object abgeben. Im Uebrigen ist man hier auf die Behandlung mit Reagentien angewiesen, unter welchen, wie ich schon im Eingange hervorhob, nur die Ueberosmiumsäure gute Dienste leistet. Das Object, welches der Fig. 3 zu Grunde gelegen hat, wurde durch Zerfaserung aus dem M. transv. abd. der Fledermaus gewonnen; nachdem derselbe zwei Tage lang der Wirkung einer einprocentigen Osmium-Lösung ausgesetzt gewesen war. Die Abbildung ist insofern nicht ganz naturgetreu, als sie mehrere Nervenendigungen auf engem Raume nebeneinander zeigt. In Wirklichkeit ist zwar das Verästelungsverhältniss dasselbe; aber die einzelnen wesentlichen Punkte sind durch grössere Zwischenräume getrennt. Man erkennt in der Abbildung zwei motorische Nervenfasern, von denen a alsbald endigt, während b sich vorher trichotomisch theilt. Die Endigungen zeigen nun ein höchst charakteristisches Verhalten, dessen Veranschaulichung, wiewohl dem Zwecke dieser Mittheilungen fernliegend, ich bei der Wahl des Objectes besonders im Auge hatte. Die Endigung zeigt sich nämlich unter dem Bilde einer sternförmigen Figur, ähnlich den Vasa vorticosa der Chorioidea und den stellulae Verheyenii der Niere.

[1]) A. a. O.

Die einzelnen Radien des Sternes sind die Terminalfasern, welche hier durch die Osmium-Reaction ganz bestimmt als markhaltig erwiesen werden. Ob dieses Verhalten, welches ich bei keinem anderen Thiere, als der Fledermaus habe nachweisen können, wirklich auf einem exceptionellen Bau der Endigung beruht, lasse ich dahingestellt; vielleicht hat es nur darin seinen Grund, dass die durch ihre chocoladeartige Färbung ausgezeichneten Muskeln jenes Thieres in besonders hohem Grade für die Osmiumtinction sich eignen. Neben den motorischen erkennt man in der Figur eine sensible Nervenfaser (c) welche drei Aeste abgiebt. Letztere sind anfangs markhaltig, werden dann blass und zeigen grosse, granulirte Kerne. Aus ihnen entstehen feine, weniger als 1 μ messende Fibrillen, welche auf und neben den Muskelbündeln hinziehen, um dieselben mit rankenartigen Ausläufern zu umspinnen. Wir finden mithin denselben Modus der Endigung, wie er in Fig. 2 vom Frosch abgebildet ist. Uebrigens eignen sich, wie schon früher bemerkt wurde, diese Präparate leider nicht zur Aufbewahrung, da sich die Muskelfasern nachträglich schwärzen.

VIII. Schlussbetrachtungen und Zusammenfassung.

Wir haben im Bisherigen die Frage noch nicht berührt, auf welche Weise und durch welches Agens die nunmehr sicher nachgewiesenen sensiblen Muskelnerven im Körper erregt werden. Wir wissen, dass dieser Erregung sehr verschiedene Ursachen zu Grunde liegen können, physiologische und pathologische. Unter physiologischen Verhältnissen sind es active und passive Formveränderungen eines Muskels, erstere bei der Contraction (Kraftsinn), letztere bei Druck, Dehnung und Veränderung der Gliedstellung. Pathologisch erregt sind die sensiblen Muskelnerven im Zustande der Ermüdung, beim Tetanus, sei er ein localer oder allgemeiner, endlich bei gewissen entzündlichen und entozootischen Vorgängen (Rheumatismus, Trichinose). Ob für diese verschiedenen Modi der Erregbarkeit eine und dieselbe Art von Nervenfasern in Anspruch zu nehmen sei, ist eine Nebenfrage, die nicht unbedingt bejaht werden kann. Sind doch für den Hautsinn eigenthümliche Differenzen

zwischen der Tast- und Schmerzempfindung aufgedeckt worden. Naunyn[1]) fand z. B. bei Tabikern, dass die einfache Empfindung eines Stiches nach $^1/_3$—$^2/_3$ Sek. eintrat, während der durch denselben hervorgerufene Schmerz erst nach $^5/_3$—$^7/_3$ Sek. sich bemerklich machte. Aehnliche Beobachtungen hat E. Remak[2]) veröffentlicht. Doch fehlt für eine Discussion der obigen Frage jeder thatsächliche Anhalt.

Was das erregende Agens anbelangt, so ist dasselbe bei der Ermüdung offenbar zu suchen in der chemischen Mischungsänderung des Gewebes (Ueberladung mit Fleischmilchsäure und anderen regressiven Producten). Auch die bei den übrigen pathologischen Zuständen stattfindende schmerzhafte Erregung ist in dieser Hinsicht leicht verständlich.

Nicht so einfach dagegen steht es mit jener Muskelempfindung, welche die Contraction begleitet und uns die Stärke derselben mit einer Feinheit abzuschätzen in den Stand setzt, welche diejenige des Drucksinnes der Haut bekanntlich nicht unbedeutend übertrifft. Ich unterscheide hier zwei Möglichkeiten, directe und indirecte Reizung. Die erstere würde dann stattfinden, wenn der vom motorischen Nerv auf die Muskelfaser übertragene Erregungsvorgang sich als solcher unmittelbar rückwärts in die sensiblen Nerven fortpflanzte; die Muskelfaser wäre dann gleichsam ein eingeschaltetes Stück zwischen beiden Nervenarten, und das Ganze gäbe den „Nervenzirkel" im Sinne von Charles Bell. — Im zweiten Falle würde die sensible Erregung erst eine Folge secundärer, die Contraction begleitender Phaenomene sein.

Die Annahme einer directen Erregung ist so lange auszuschliessen, als nicht nachgewiesen ist, dass die sensiblen Nerven in eine ebenso nahe und unmittelbare Beziehung zu den Primitivbündeln treten, als die motorischen. Dieser Nachweis fehlt; im Gegentheil, wir haben uns überzeugt, dass die sensiblen

---

1) B. Naunyn: Ueber eine eigenthümliche Anomalie der Schmerzempfindung. Arch. f. Psychiatrie 1874 S. 760.

2) Ueber zeitliche Incongruenz der Berührungs- und Schmerzempfindung. Archiv f. Psychiatrie 1874. S. 763.

Terminalfibrillen zwar zum Theil in engster Verkettung mit den Muskelbündeln sich befinden, ohne jedoch durch das Sarkolemm hindurch bis zur contractilen Substanz vorzudringen.

Wir sind also auf die indirecte Reizung hingewiesen, welche ihrerseits verschiedene Modalitäten in sich schliesst. Brown-Séquard[1]) hat die Meinung geltend gemacht, dass es die negative Stromesschwankung des Muskels sei, welche die sensiblen Nerven desselben errege; er glaubt dies durch folgenden Umstand wahrscheinlich machen zu können: die Grösse der secundären Zuckung wird durch Belastung des primär zuckenden Muskels erhöht,[2]) in gleicher Weise wird der bei intensiven Muskelcontractionen (Wadenkrampf) entstehende Schmerz durch Zug an der Sehne des Muskels gesteigert. Brown-Séquard übersieht ganz und gar, dass diese letztere Thatsache ebenso wohl für die andere Meinung spricht, welche man über den Gegenstand haben kann, eine Meinung, welche zuerst durch du Bois-Reymond[3]) mit Bezug auf die glatten Muskelfasern geltend gemacht worden ist. Durch den Zng an der Sehne des Muskels wird nämlich offenbar auch der Druck gesteigert, welchen die nach Verkürzung und Verdickung strebenden Primitivbündel auf die zwischen ihnen befindlichen Gebilde ausüben; die Annahme, dass dieser Druck, oder allgemein ausgedrückt, die mechanische Seite des Vorganges das erregende Agens ist, hat mithin, im Hinblick auf jenen Umstand, genau die nämliche Wahrscheinlichkeit. Was aber diese mechanische Theorie im höchsten Grade wahrscheinlich macht, ist das mikroskopische Verhalten. Die Einwirkung auf die interstitiell endigenden Fasern kann wohl nur eine mechanische sein; was aber jene Fibrillen anbelangt, welche epheu- oder weinrebenartig die Muskelfasern umranken (siehe Fig. 2), so kann diese Endigungsweise wohl kaum anders gedeutet werden

---

1) Brown-Séquard: Lectures on the physiology and pathology of the central nervous system. p. 6.

2) Ueber die Beobachtung selber vergl. du Bois-Reymond in diesem Archiv 1873, S. 605 ff.

3) Ueber Hemikrania. Dies Archiv 1860, S. 461.

als in folgendem Sinne. Durch die enge und mannigfache Verkettung mit den Primitivbündeln sind die nervösen Elemente genöthigt, jeder Formveränderung der letzteren zu folgen; sie müssen bei der Contraction in jeder Weise gedrückt und gezerrt werden. Was liegt mithin, teleologisch gedacht, näher, als diese mechanische Seite des Vorganges in den Vordergrund zu stellen und in ihr den Sinn und Nutzen jener Anordnung zu erblicken?

Fassen wir nun, am Schlusse unserer Betrachtungen angelangt, die erhaltenen Resultate kurz zusammen, so gelangen wir zur Aufstellung folgender Sätze:

1) Alle Einwände, welche gegen die Lehre von der Sensibilität der Muskeln gemacht worden sind, lassen sich schon auf theoretischem Wege leicht widerlegen.

2) Durch Reizung des in einen Muskel eintretenden Nervenstammes, oder des Muskels selbst, gelingt es, Reflexzuckungen hervorzurufen. Hierdurch ist das Vorhandensein sensibler Apparate in den Muskeln bewiesen.

3) Die quergestreifte Muskelsubstanz, auch im „entnervten“ Zustande (Curare, Anelektrotonus, Degeneration des Nerven) ist durch den inducirten Strom erregbar.

4) Nach Durchschneidung der vorderen Wurzeln des N. ischiadicus beim Frosch degeneriren in den Muskeln des Beines alle motorischen Nervenfasern. Eine geringe Zahl von Fasern bleiben aber gesund. Nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln degeneriren diese, allerdings langsamer und weniger deutlich.

5) Am M. sartorius gelingt es, durch umgrenzende Schnitte die Wirkung der motorischen und sensiblen Fasern gesondert darzustellen. Die Reizung der ersteren giebt locale Zuckung, die der letzteren bleibt wirkungslos.

6) Mit den geeigneten Vorkehrungen gelingt es, die Nervenfasern eines Muskels, jede für sich allein, elektrisch zu reizen. Es finden sich Fasern, deren Reizung keine Zuckungen hervorruft.

7) Die intramusculären Nervenfasern zeigen in ziemlich regelmässigen Abständen die Ranvier'schen „étranglements annulaires"; die Praeexistenz derselben wird durch ihr Vorhandensein an physiologisch frischen, noch leitungsfähigen Fasern bewiesen.

8) Die quergestreiften Muskeln aller Wirbelthiere besitzen sensible Fasern, welche durch Theilung aus relativ wenigen markhaltigen Primärfasern hervorgehen. Die secundären und tertiären Zweige unterscheiden sich durch ihren weiten, isolirten Verlauf, durch die ramificatorische Art der Vermehrung von den motorischen Fasern, welche stets in Bündeln vereint ziehen und sich durch Theilung vermehren. Aus ihnen entstehen zarte, marklose, kernführende Fibrillen, welche nicht selten untereinander anastomosiren und zum Theil in den bindegewebigen Umhüllungen des Muskels, zum Theil im interstitiellen Gewebe, zum Theil an den Muskelfasern selbst mittels unmessbar feiner Zweige endigen. —

Zum Schlusse habe ich noch die angenehme Pflicht, Herrn Geh. Rath du Bois-Reymond, in dessen Laboratorium diese Untersuchungen angestellt wurden, sowie Herrn Prof. Munk, der mich vielfach mit Rath und That unterstützt hat, meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Berlin, im Januar 1875.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Verzweigung einer sensiblen Nervenfaser im Brusthautmuskel des Frosches, am lateralen Rande desselben. Das Präparat ist nach der auf S. 11 angegebenen Methode dargestellt und nach der Einkittung in verdünntem Glycerin abgebildet. — Vergröss. 1:375.

Man erkennt die querverlaufenden Muskelfasern[1]) deren Kerne und Querstreifen als unnöthig für den Zweck dieser Zeichnung

---

1) Die auffallend geringe Dicke der Muskelfasern in diesem und dem folgenden Object erklärt sich aus der Jugend der verwendeten Thiere, welche nur etwa 5 Cm. von Kopf zu Steiss maassen.

fortgelassen sind, die scharf contourirten, noch einen Theil ihrer Ranvier'schen Einschnürungen zeigenden Nervenfasern, sowie das Bindegewebe in den Interstitien und die an den Rand des Muskels sich anschliessende Fascia superficialis.

Die von den Aesten der Stammnervenfaser a sich abzweigenden marklosen Terminalfasern zeigen die im Text beschriebenen Eigenthümlichkeiten; sie versorgen zum Theil die Muskelsubstanz selbst, zum Theil treten sie über den Rand des Muskels hinweg in die Fascie ein. Besonders charakteristisch sind die sich hirschgeweihartig verästelnden Fasern b, sowie die Faser d. Letztere ist anfangs markhaltig, verliert dann bei e die Markscheide und versorgt die Fascie mit zahlreichen kernführenden Zweigen, welche sich optisch unentwirrbar mit dem Fibrillennetz des Bindegewebes verflechten. — Bei c eine Anastomose zwischen zwei marklosen Fäserchen.

Fig. 2. Muskelfaser aus demselben Präparat, welchem Fig. 1. entnommen ist; die abgebildete Strecke ist durch Zufall aus der Reihe der übrigen Muskelfasern herausgedrängt und isolirt sichtbar. Die Abbildung entspricht einer Vergrösserung von 1:375; auch ist alles Dargestellte bei einer solchen völlig deutlich zu erkennen. Die Einzelheiten wurden jedoch mittels eines guten Gundlach'schen Immersionssystems bei etwa 1000facher Vergrösserung studirt.

Man erkennt eine motorische Nervenendigung (bei m), welche jedoch, ebenso wie die Muskelsubstanz, durch die Reagentien stark verändert ist und keineswegs als Typus gelten kann. In der Nähe derselben tritt an die Muskelfaser heran eine feine, marklose, von keiner Scheide umhüllte, nur 0,0007 Mm. starke Nervenfaser (s), welche das Primitivbündel in seiner ganzen Ausdehnung begleitet, und sich mehrfach von einem Rande zum andern hinüberschlingt. In diesem Verlaufe entsendet sie eine Menge feiner Terminalfäserchen, welche zum Theil spiralig, wie die Ranken einer Weinrebe, die Peripherie des Primitivbündels umziehen, ohne irgendwie mit der quergestreiften Substanz selbst in nachweisbare Beziehung zu treten. Das stärkste derselben (s_1), misst 0,0004 Mm. in der Dicke.

Fig. 3. Fragment aus dem M. transversus abdominis der Fledermaus, zwei Tage lang mit Ueberosmiumsäure (1:100) behandelt, durch Zerzupfen im Glycerin dargestellt. Vergröss. 1:500. Die Muskelfasern hat man sich grünlichbraun, die Nervenfasern (a, b, c) blauschwarz tingirt zu denken.

Man erkennt an den Primitivbündeln zweierlei Systeme von Querstreifen: die schmalen, scharfen Endstreifen und die matten, breiteren Mittelstreifen (Scheiben anisotroper Substanz); bei d sind die Endstreifen, wahrscheinlich in Folge von Quellung

einer Kittsubstanz zwischen den Muskelkästchen, in zwei Streifen zerfallen, wie man es häufig an Osmiumpräparaten findet.

a ist eine secundäre motorische Faser, welche unmittelbar in eine vierstrahlige Endigung ausläuft, b eine stärkere Faser, welche sich bei g in drei tertiäre oder Endigungsäste (t_1, t_2, t_3) theilt. t_1 und t_2 enden im Präparat, t_3 ist abgerissen. Von den Bestandtheilen der Endigung sind nur die markhaltigen, durch Osmium stark tingirten Terminalfasern zu erkennen. c ist eine markhaltige sensible Faser, welche nach Abgabe einiger Aestchen (s_1 s_2 s_3) das Präparat wieder verlässt; s_1 und s_2 sind marklos und umspinnen die Muskelfasern mit feinen Ausläufern. Bei *se* findet sich eine kolbenförmige Endigung, die wohl als artificiell zu deuten ist.

Ein Beitrag zur Conservirung anatomischer Präparate.

Von

Dr. E. Sesemann
in St. Petersburg.

Schon seit längerer Zeit habe ich mich mit Versuchen beschäftigt, die üblichen Balsamirungsmethoden zur Conservirung anatomischer Präparate in Anwendung zu bringen. Bekanntlich bestehen die bis jetzt angewandten Balsamirungsmethoden darin, dass man verschiedene Fäulniss verhindernde Substanzen in die Gefässe der Leiche injicirte; man benutzte dazu die mannigfachsten Stoffe, wie z. B. Sublimat, Arsensalze, Carbolsäure, Carbolzink, schwefligsaures Natron. Als Lösungsmittel der Salze gebrauchte man entweder Wasser oder Alkohol, Carbolsäure und Sublimat wurden stets in Alkohol gelöst; die verwandten Lösungen waren meist ziemlich concentrirt. Handelt es sich nur darum, wie es am häufigsten der Fall ist, die Leiche einige Tage, allenfalls einige Wochen an der Luft zu halten, um sie alsdann in einem hermetisch verschlossenen Sarge aufzubewahren, so erreicht man durch Injection der angegebenen Lösung unter gehörigen Cautelen vollständig den Zweck; — versucht man jedoch dies Verfahren auch bei anatomischen Präparaten anzuwenden, welche jahrelang frei der Luft ausgesetzt sind, so überzeugt man sich bald, dass jene Methoden unzureichend sind. Allerdings faulen in gehöriger Weise injicirte Leichentheile nie, wohl aber, insbesondere wenn Spiritus benutzt würde, schrumpfen sie allmälig an der

Luft dermaassen ein, dass sie bald Theilen von egyptischen Mumien, aber nicht anatomischen Präparaten gleichen.

Um das Einschrumpfen zu verhindern, habe ich nun die verschiedensten antiseptischen Flüssigkeiten in Anwendung gezogen. Ich benutzte zu meinen Versuchen der Bequemlichkeit wegen namentlich menschliche Hände, welche ich durch die Arterie radialis und ulnaris mit den betreffenden Massen injicirte. — Zuerst versuchte ich ein Gemisch von Olivenöl und Carbolsäure (6 Theile Carbolsäure auf 100 Theile Oel); jedoch schon nach wenig Wochen war die damit injicirte Hand vollständig eingeschrumpft. Hierauf probirte ich eine Lösung von 3 Theilen Carbolsäure in 10 Theilen Glycerin — aber mit demselben Misserfolge.

Um diese Zeit erschien in der Allgemeinen Wiener medicinischen Zeitung 1872 ein Artikel von Professor Laskowsky in Paris; es wurde darin eine neue Methode der Conservirung anatomischer Präparate angepriesen und die Vorzüge vor allen bisherigen hervorgehoben. Die Beschreibung der Methode sollte in der nächsten Nummer des genannten Blattes erscheinen. Nachdem ich ein halbes Jahr vergeblich auf die Beschreibung gewartet, wandte ich mich brieflich an Hrn. Prof. Laskowsky, und bat ihn, falls seine Methode kein Geheimniss sei, mir dieselbe in Kürze mitzutheilen. Schon nach wenigen Tagen erhielt ich ein höchst liebenswürdiges Schreiben von Hrn. Prof. Laskowsky, in welchem er erklärte, dass er durch andere Arbeiten bisher von der Veröffentlichung der neuen Methode abgehalten worden wäre, es ihm aber ein grosses Vergnügen bereite, mir die Methode mitzutheilen.

Das von ihm eingeschlagene Verfahren besteht darin, dass man das vollständig präparirte Leichenstück in eine Lösung von 100 Theilen rohen Glycerin, 2 Theilen Carbolsäure und 2 Theilen essigsauren Natron hineinlegt und dasselbe je nach seiner Grösse 5—20 Tage darin liegen lässt; beim Herausnehmen ist es vollständig hart geworden und sieht nicht besonders schön aus. Nachdem es aber einige Zeit frei in der Luft gehangen hat, wird es wieder rein und erhält sich dann recht lange unverändert.

Ich probirte sofort diese Methode, indem ich eine Hand, an welcher Muskeln und Nerven präparirt waren, in besagte Lösung einlegte und sie in derselben etwa 6 Tage liess. Beim Herausnehmen war das Präparat völlig hart, wurde jedoch weicher, nachdem es einige Tage an der Luft gewesen. Die Muskeln waren aber dunkelbraun geworden und wurden mit der Zeit noch dunkler. Das Resultat befriedigte mich keineswegs.

Bei einem Besuche des hiesigen Anatomischen Institutes hatte ich damals gerade Gelegenheit, bei Hrn. Prof. Heppner Präparate zu sehen, welche nach der van Vetter'schen Methode behandelt waren. Diese Methode gleicht der Laskowsky'schen, und besteht die Lösung aus 7 Theilen Glycerin von 22°, 1 Theil Zucker und $^1/_2$ Theil Salpeter. Allein auch die nach der Wetter'schen Methode angefertigten Präparate gefielen mir nicht besonders; der Zucker krystallisirt heraus, die Muskeln werden mit der Zeit ganz hart und sehr dunkelbraun. —

Ich begann die Methode von Laskowsky in verschiedener Weise zu modificiren und erzielte schliesslich recht befriedigende Resultate. Mein Verfahren unterscheidet sich von allen bisher beschriebenen dadurch, dass die Haut an den Leichentheilen erhalten und weich bleibt. Dadurch ist man im Stande, sehr hübsche topographische Präparate herzustellen, indem man die Haut so abtrennt, dass sie sich auf- und zuklappen lässt; die Präparate werden so bequem vor dem Verstauben geschützt.

Mein Verfahren besteht in Folgendem:

Nachdem das Blut aus den grösseren Gefässen nach Möglichkeit herausgepresst worden, injicirt man das betreffende Stück mit einer Mischung von 100 Theilen Wasser, 50 Theilen Glycerin und 10 Theilen arsenigsaures Natron (dies wird bereitet durch Eintragen von arseniger Säure in eine heisse concentrirte Lösung von Soda, bis sich in derselben nichts mehr auflöst). Dann lässt man das Stück 24 Stunden liegen und injicirt abermals, jetzt aber Wasser und Glycerin zu gleichen Theilen. Nach weiteren 24 Stunden taucht man das Präparat in Wasser von etwa 70—80 Grad und belässt es darin

10—25 Minuten. Hierauf nimmt man es heraus und kann nun nach Wunsch, so lange es warm ist, die Gefässe mit Wachsmasse injiciren. Ist dies geschehen, so reibt man vorsichtig mit einem rauhen Tuch die Epidermis ab; es geht ganz gut von Statten, wenn man das Präparat von Zeit zu Zeit befeuchtet. — Reicht das Tuch nicht aus, so greift man zu einem stumpfen Messer; jedoch wird die Haut hierbei leicht verletzt und verliert ihr schönes Ansehen. Jetzt kann das Stück, bedeckt durch ein mit wässrigem Glycerin und Carbolsäure befeuchtetes Tuch, längere Zeit liegen und mit Musse präparirt werden. Ist letzteres geschehen, so klappt man die Haut, wenn sie erhalten ist, über die präparirte Stelle zurück und befestigt sie mit einigen Näthen. Hierauf wird das Präparat in eine Mischung von 100 Theilen rohen Glycerin, 20 Theilen Wasser, 4 Theilen arsenigsaurem Natron und 2 Theilen Carbolsäure gelegt und je nach der Grösse des Stückes 5—30 Tage darin belassen. Hängt man dann das so behandelte Präparat an die Luft, so erhält die Haut nach einiger Zeit eine etwas dunkle Farbe; man kann diesem Uebelstande dadurch abhelfen, dass man die Haut einige Stunden mit einem Lappen bedeckt, welcher zuvor mit einer concentrirten Lösung von Sublimat in Wasser getränkt war.

Das von mir hier beschriebene Verfahren ist zwar etwas weitläufig, empfiehlt sich aber durch die Schönheit und Dauerhaftigkeit der Präparate. Ich besitze nach dieser Methode präparirte Hände, welche seit Monaten an der Luft hängen, aber so aussehen, als wären sie eben erst von der Leiche geschnitten. — Das mehrfache Injiciren ist bei voluminösen Stücken nicht so nothwendig, als bei kleinen, wie Hände und Füsse; unterlässt man es bei diesen, so bleiben sie zwar auch weich, wenn die Epidermis gut abgeschabt wurde, schrumpfen aber stark zusammen und sehen sehr unschön aus, indem das Glycerin ihnen alle Wassertheile entzieht. Jedoch ist auch bei voluminösen Stücken aus dem eben angeführten Grunde das mehrfache Injiciren angezeigt.

Abgesehen von allen anderen Vortheilen, welche dies Verfahren besitzt, hat es auch vor andern den grossen Vorzug der

Billigkeit. Ist nämlich die Glycerinlösung durch wiederholtes Einlegen von Präparaten verdünnt und unrein geworden, so giesst man dieselbe in einen Blecheimer, und stellt letzteren in einen grossen Waschkessel und lässt das aufgenommene Wasser abdampfen. Durch das Kochen setzen sich auch sonstige aufgelöste Eiweisstoffe ab, und die durch Leinwand filtrirte Lösung ist rein und zu weiterer Anwendung bereit. Da das rohe Glycerin mit 5 Rubel — der halbe Centner — bezahlt wird, arsenige Säure 20 Kopeken das Pfund und Carbolsäure 2 Rubel das Pfund kostet, so ist ersichtlich, dass bei wiederholter Benutzung der Lösung das Verfahren sich als ein nicht kostspieliges herausstellt.

Es wäre daher dem Verfahren auch in weiteren Kreisen eine Verbreitung zu wünschen.

Ueber die Immunität der Zitterrochen (Torpedo) gegen ihren eigenen Schlag.

Von

Dr. J. Steiner,
Assistenten am physiologischen Institut der Universität Halle.

---

§. 1. Einleitung.

Im vorigen Jahre hat Hr. Fr. Boll eine Reihe von Versuchen mitgetheilt[1]), die er während seines Aufenthaltes in Viareggio angestellt hatte; sie behandelten die Frage von der Immunität der Zitterrochen gegen ihren eigenen Schlag, welche er in folgender Weise formulirt hatte: „Wie ist es zu erklären, dass die lebende, unversehrte Torpedo bei ihren eigenen stärksten Schlägen, die sich durch ihr Nervensystem und ihre Muskeln, wie durch jeden anderen feuchten Leiter vertheilen, unerregt und unbewegt bleibt? Wie geht es zu, dass dasselbe Nervensystem, das in allen seinen einzelnen Theilen durch den Schlag der Torpedo auf das Heftigste erregt werden kann, in toto in keiner Weise erregt wird?"

Mein Freund Boll hatte sich demnach vorgesetzt, den Grund zu suchen für die allgemein bekannte Thatsache, weshalb die Gesammtmuskulatur eines Zitterrochens, obgleich sie, wie er[2]) nach dem Vorgange von E. du Bois-Reymond[3])

---

1) Fr. Boll, Beiträge zur Physiologie von Torpedo. Dies Archiv 1873. S. 76—102.

2) A. a. O. S. 86.

3) Ueber lebend nach Berlin gelangte Zitterwelse aus Westafrika. Monatsber. d. Berliner Akademie, 28. Jan. 1858.

am Zitterwelse nachgewiesen hat, von dem Schlage des Fisches durchflossen wird, nicht in Zuckungen geräth. Dazu war er von einer Hypothese ausgegangen, welche besagte, dass im Momente des Schlages, während vom Centralorgan aus die Erregung den elektrischen Nerven hinabläuft, gleichzeitig von demselben Centralorgan aus eine Erregung durch das Nervensystem sich fortpflanzt, die für den Moment des Schlages die elektrische Erregbarkeit der Nerven in irgend einer Weise herabsetzt. Wenn die Hypothese richtig ist, so müsste ein Muskel, dessen Nerv von seinem Centralorgane getrennt ist, durch den gleichmässig im Körper des Fisches sich vertheilenden Schlag zur Zuckung gebracht werden, während die übrigen Muskeln unerregt bleiben würden.

Während eine erste Reihe von Versuchen, denen gewisse Mängel anhaften sollten, ohne Erfolg waren, war Boll bei einer zweiten Reihe, deren Anordnungen entsprechend modificirt waren, glücklicher; er sah in der That stets den dem Einfluss des Centralorgans entzogenen Muskel zucken, während die benachbarte Muskulatur durchaus unerregt geblieben war. Indess Boll findet selbst, dass das Resultat dieser Versuche nicht eindeutig wäre, hat aber hier seine Untersuchungen abgebrochen, hoffend, dass spätere Beobachter in diesem Sinne weiter experimentirend unzweideutige Resultate erreichen könnten.

Während der Ferienmonate hatte ich, durch das mir seitens der Berliner medicinischen Facultät verliehene Blumenbach'sche Reisestipendium veranlasst, eine wissenschaftliche Reise nach Neapel unternommen, wo ich auf der zoologischen Station des Hrn. Dr. Dohrn eine Reihe von Untersuchungen zu machen beabsichtigte. Einen Arbeitsplatz daselbst hatte mir der Hr. Minister der Geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten hochgeneigtest überwiesen, wofür ich hier meinen ehrerbietigsten Dank sage.

Während ich hier die Wirkung des Curare auf Torpedo studirte, hatte ich hinreichend Gelegenheit, das Wunderbare dieser bekannten und von Boll behandelten Thatsache wiederholt zu sehen; so häufig, dass sich unwillkürlich der Wunsch

regte, wenn möglich dieses Dunkel irgendwie aufzuhellen. Eine Veranlassung lag um so mehr deshalb vor, weil ich andererseits während dieser Zeit viele Gewohnheiten dieser Fische habe beobachten können und weil ich mittlerweile gelernt hatte, gewissermaassen mit ihnen umzugehen. Dazu hatte ich gegen meine Vorgänger noch das voraus, dass, während diese unter stets ungünstigen Verhältnissen am Meeresstrande arbeiteten, ich auf diesem nach langjährigen Erfahrungen eingerichteten Institut zu Neapel im Gegentheil unter den allergünstigsten Verhältnissen meine Untersuchungen anzustellen in der Lage war.

Es erhob sich für mich nur die Frage, einen guten Angriffspunkt zu finden. Dem gewöhnlichen Gange folgend hätte ich dort anschliessen müssen, wo Boll die Untersuchung abgebrochen hatte, indess, wie gern ich es auch gewollt hätte, ich sah bei weiterem Studium dieser Versuche, dass dieselben noch viel weniger eindeutig wären, als Boll selbst meinte; ich konnte nicht einsehen, dass dieser Weg zur Lösung führen könnte. Ich verfügte auch zur Zeit über keine andere Hypothese; ich war aber der Ansicht, dass man, um einen sichern Schritt vorwärts thun zu können, die Intensität des Schlages kennen müsste. Es ist aber leicht begreiflich, dass die uns geläufigste Methode zur Messung von Intensitäten, nämlich die der Compensation gar nicht anwendbar wäre; höchstens würde die chemische Methode brauchbare Resultate gegeben haben, indess dafür fehlte mir selbst die einfachste Vorrichtung.

War es somit unthunlich, eine Bestimmung der absoluten Intensität des Schlages zu machen, so glaubte ich für meine Zwecke mit der Kenntniss der relativen Intensität auskommen zu können.

Dies sollte in folgender Weise ausgeführt werden: Der Schlag einer kleinen Torpedo, den man bei Ableitung mit zwei Fingern derselben Hand von Rücken und Bauchfläche des elektrischen Organes erhält und der die grösste Stärke hat, hat eine Intensität, die sehr wohl auszuhalten ist; schaltet man darauf dieselben zwei Finger in irgend eine Batterie ein, so kann man durch das erzeugte Gefühl annähernd die Intensität des Schlages

schätzen. Aus der Thatsache, dass grössere Fische einen viel grösseren Schlag geben, schloss ich zunächst, dass die Grösse des Organes in irgend einem Zusammenhange mit der elektromotorischen Kraft stände; würde man die Zunahme des Organes durch die Waage bestimmen, wobei das Verhältniss zur Körpergrösse festzustellen wäre, so könnte man vielleicht irgend einen Schluss auf die Intensität ziehen.

Ich hatte also zunächst vor, das Verhältniss zu bestimmen, in welchem Organ zum Körpergewicht bei Thieren verschiedenster Grösse steht. Das Material für diese Wägungen boten mir die Fische, die ich zu curarisiren hatte. So entstand die folgende Tabelle:

Speciesnamen.	Gewicht des Körpers in Grammen.	Gewicht des elektr. Organs.	Verhältniss zu einander.
Torpedo marmorat.	54	17	3·17 : 1
„ oculata	74	18	4·11 : 1
„ „	114	28	4·07 : 1
„ marmorata	161	44	3·65 : 1
„ oculat.	62	17	3·64 : 1
„ „	62	15	4·13 : 1
„ „	329	79	4·16 : 1
„ „	92	23	4·0 : 1
„ marmorat.	125	39	3·20 : 1
„ oculata	115	33	3·45 : 1
„ „	144	37	3·89 : 1
„ „	218	58	3·75 : 1
„ „	43	10	4·30 : 1
„ „	386	101	3·82 : 1
„ „	161	36	4·47 : 1
„ „	302	67	4·50 : 1
„ „	129	36	3·55 : 1
„ „	288	77	3·74 : 1
„ „	655	170	3·85 : 1
„ marmorat.	253	70	3·61 : 1
„ oculata	118	31	3·80 : 1
„ marmorat.	336	92	3·65 : 1

Das Verhältniss zwischen Organ und Körper ist demnach ein nahezu constantes; nimmt man dazu die Fehlerquellen

durch die Wägung und die häufig unvermeidlichen ungenauen Präparationen, so kann man es als ein constantes Verhältniss, das im Mittel 1:3·85 beträgt, betrachten. Ich meinte aus diesem Resultat schliessen zu können, dass jede Torpedo, von welcher Grösse sie auch sei, von einem Strome durchflossen würde von relativ gleicher Intensität[1]). Während dieser Zeit hatte ich noch einige andere Beobachtungen machen können: Zunächst fand ich es sehr vortheilhaft, mein eigenes Gefühl als Rheoskop zu benutzen; dadurch hatte ich den Vortheil, zwei meiner Sinne zu gleicher Zeit brauchen zu können. Während ich nämlich durch Berührung der Rückenseite des elektrischen Apparates mit der nassen Hand stets von einer Entladung in Kenntniss gesetzt wurde, (ohne dadurch irgendwie empfindlich tangirt zu sein, was man nach kurzer Gewöhnung lernt) konnte ich mit meinem Gesicht stets alle anzubringenden Vorrichtungen überwachen und sehr deutlich beobachten. Diesen Vortheil benutzten die früheren Beobachter nicht, da sie mit ihrem Gesicht stets den auf das elektrische Organ aufgelegten Froschschenkel beobachteten, um über eine erfolgte Entladung sich unterrichten zu können. Nur Hr. du Bois-Reymond hat sich bei seinen Versuchen am Zitterwelse mittels seines Froschweckers hiervon unabhängig zu machen gewusst[2]).

§. 2. Versuche ausserhalb des Wassers.

Leitet man mit zwei Fingern einer Hand Bauch- und Rückenfläche einer etwa 100 Gramm schweren Torpedo ab, so erhält man einen Schlag von beträchtlicher Stärke; leitet man aber mit einem Finger der Hand nur die Rückenfläche des Organes ab, so erhält man einen sehr deutlich fühlbaren, aber durchaus schwächeren Schlag, als im ersten Falle[3]). Diese

---

1) Wie wohl sich die Richtigkeit dieses Satzes vorläufig nicht streng wissenschaftlich nachweisen lässt, so erscheint er doch wenigstens wahrscheinlich. Uebrigens wird weiterhin auf Grund desselben kein Schluss gezogen.

2) Beschreibung einiger Vorrichtungen und Versuchsweisen zu elektro-physiologischen Zwecken. Abhandl. der Berl. Akad. 1862. S. 148.

3) Die theoretischen Betrachtungen sollen weiter unten folgen.

Art der Ableitung ist auch diejenige, der man sich selbst bei sehr grossen Fischen bedienen kann, um unbeschadet seitens der Beobachtung durch die Augen, von der erfolgten Entladung in Kenntniss gesetzt zu werden.

Leitet man an einer Torpedo von etwa 30 Gramm oder noch geringerer Grösse Bauch urd Rücken ab, so erhält man auch hier (selbst bei neugeborenen Torpedines) einen fühlbaren Schlag; leitet man aber die Rückenseite allein ab, so erhält man keinen fühlbaren Schlag.

Indem ich dieses Resultat mit dem aus dem anatomischen Befund abgeleiteten Satz zusammenhielt, so erschien es von grossem Interesse zu erfahren, einen wie starken Schlag man wohl bei einer grossen Torpedo von irgend einer Stelle der Körperoberfläche ableiten könne, unter der nicht das elektrische Organ liegt. Auch dieser Versuch wurde mit kleinen Fischen begonnen. Während ich eine Torpedo am Kopfe hielt, umfasste ein Gehilfe mit voller Hand den Schwanz dieses Fisches; obgleich ich selbst bei doppelseitiger, wie bei einseitiger Ableitung sehr fühlbare Schläge erhielt, hatte mein Gehilfe nicht die geringste Fühlung von den erfolgten Entladungen. Der Gehilfe umfasste einen noch grösseren Theil des unterhalb der elektrischen Apparate gelegenen Rumpfes stets mit gleichem Erfolge: er hatte nie einen elektrischen Schlag gefühlt.

Das war, wie bemerkt, ein kleineres Exemplar; der nämliche Versuch konnte bei einem grossen Fisch anders ausfallen. Aber selbst eine Torpedo von 500 Gramm und ich möchte jetzt sagen von jeder beliebigen Grösse gab einer zweiten Person, welche eine Stelle des Körpers berührte, wo kein elektrisches Organ lag, nicht den geringsten fühlbaren Schlag, obgleich durch eine andere Person der Rückenfläche des Organs, wie dem Conductor einer Elektrisirmaschine, Schlag auf Schlag entzogen wurde, wodurch die wirklich erfolgte Entladung des Organs constatirt war.

Von hauptsächlichem Interesse erschien es mir, die Stelle zu untersuchen, die zwischen den beiderseitigen Organen über der Gehirnkapsel liegt. Berührt man diese Stelle mit mehreren Fingern, während man genau darauf achtet, dass man durchaus

nicht die sehr nahe liegenden elektrischen Organe erreicht, so ist auch hier trotz dur stärksten Entladungen kein Schlag zu fühlen. Man kann demnach sagen, dass, während einer Entladung einer Torpedo, von keiner Stelle ihrer Körperoberfläche, unter der nicht elektrisches Organ liegt, ein fühlbarer Schlag zu erhalten ist[1]).

Das hatte fast den Anschein, als ob während der Entladung gar kein Strom durch den Körper des Fisches flösse, indess legt man den Nerven eines isolirten Froschschenkels selbst auf die äusserste Spitze des Schwanzes, so erfolgt bei jeder Entladung des Organs auch gleichzeitig eine Zuckung des Schenkels. Es fliesst demnach, wie schon E. du Bois-Reymond beim Silurus und Boll bei Torpedo in anderer Weise nachgewiesen haben, durch den Körper während der Entladung stets ein elektrischer Strom. Bringt man jetzt auf den Schwanz einen lebenden, aber enthirnten Frosch (enthirnt nur deshalb, damit er ruhig sitzt), so zuckt auch dieser bei jeder Entladung der elektrischen Organe.

Da Boll auch die Immunität des einen Individuums gegen den Schlag des anderen Individuums erwähnt[2]), so musste es von hohem Interesse sein, zu beobachten, wie sich eine kleine Torpedo, in der eben mit dem Frosch ausgeführten Weise auf eine grosse Torpedo aufgesetzt, gegenüber den Entladungen der ersteren verhalten würde. Der Versuch verlangte also eine ruhige Lage einer kleinen Torpedo auf dem hinteren Theil des Körpers einer ebenfalls ruhig liegenden grossen Torpedo. Um die ruhige Lage der letzteren zu erzielen, bedient man sich folgenden, einfachen Kunstgriffs: Man legt die Torpedo flach auf den Bauch, bringt zwei Finger der einen Hand auf die

1) Diese ihre Ohnmacht in ihrem Schwanztheil scheinen die Zitterrochen gewissermaassen zu fühlen, denn fasste ich einmal einen Fisch an dem Schwanz, um ihn emporzuheben, so erhob er sich mit seinem Vorderkörper schlangenartig, um meine Hand mit seinen elektrischen Organen erreichen zu können: sofort fühlte ich einen Schlag; eine Beobachtung, die mir die Fischer jetzt bestätigten.

2) A. a. O. S. 91. Anmerkung.

Stelle, wo die Gehirnkapsel liegt, also die Stelle zwischen den beiden elektrischen Organen und drückt das Thier sanft gegen seine Unterlage, so pflegt es gewöhnlich eine Zeit lang ganz still zu liegen, gewissermaassen wie gebannt; mit der andern Hand kann man dem elektrischen Organe mittlerweile, wie oben mitgetheilt, nach Belieben Schläge entziehen. Bringt man jetzt einen ganz kleinen Zitterrochen auf den Hintertheil des grossen und zwar so, dass der Schwanz des ersteren gegen den Kopf des letzteren gerichtet war, während eine zweite Person den kleinen am Rumpfe hielt, damit er nicht herabglitte, so sah ich bei jedem Schlage der grossen Torpedo den Schwanz der kleinen zucken; es war dies freilich kein Peitschen mit dem Schwanze, sondern nur leichte, aber deutliche und unverkennbare Zuckungen des Schwanzes. Den Vorderkörper des kleinen Fisches sah ich nicht zucken; ebensowenig zuckte der Schwanz des kleinen Fisches, als er so umgelagert wurde, dass sein Schwanz auf den des grossen Rochen zu liegen kam.

Dieser Versuch hatte mich mit diesem Resultat durchaus nicht befriedigt: es war besonders nicht einzusehen, weshalb an derselben Stelle, wo offenbar dieselbe Stromstärke herrschen musste, der Schwanz zuckte und der Vorderkörper durchaus unbewegt blieb? Der Versuch hatte indessen zwei Fehler: einmal war die Beobachtung des Vorderkörpers durch die Hand des Gehilfen, der den kleinen Fisch hielt, beschränkt und andererseits war die Stromstärke an derselben Stelle in beiden Versuchen nicht mehr die gleiche; die Intensität des Schlages der Zitterfische nimmt ja bekanntlich mit der Zahl der Entladungen ab. Sollte der Versuch besser ausfallen, so musste zunächst der kleine Fisch ungehalten auf dem grossen liegen und der grosse selbst frisch, unermüdet sein.

Wählt man eine recht breitrückige Torpedo, so gelingt es in der That den kleinen Rochen ungehalten und in vollkommen ruhiger Lage auf dem grossen beobachten zu können; ist dieser grosse Rochen gleichzeitig frisch, so sieht man die ganze kleine Torpedo bei jeder Entladung des grossen Fisches in Zuckungen gerathen; ich möchte hier noch

einmal bemerken, dass die Zuckungen keine heftigen Bewegungen waren, sondern leichte, aber hinreichend deutliche und unverkennbare Zuckungen. Mit diesem Versuche hatte die Immunität des einen Individuums gegen den Schlag des anderen im Sinne Boll's zu bestehen aufgehört.

Es war nach diesem Resultat mit aller Sicherheit vorauszusehen, dass der auf das elektrische Organ einer grossen Torpedo gelegte kleine Zitterroche zucken und sogar heftig zucken musste. In der That; führt man diesen Versuch aus, so sieht man den Körper der aufgelegten Torpedo, besonders den Schwanz bei jeder Entladung des grossen Fisches in heftige Zuckungen gerathen.

Es war natürlich, dass ich das Bestreben hatte, die Resultate dieser Versuche durch Wiederholung derselben vollständig sicher zu stellen. Dabei ist mir Folgendes begegnet: Als ich eben eine ganz frische Torpedo auf den Tisch legte; (der Fisch wurde stets mit einem kleinen Netz aus dem Bassin herausgefischt und ganz behutsam aus dem Netz auf den Tisch herabgleiten gemacht) dieselbe, um sie ruhig zu erhalten, in der oben angegebenen Weise mit zwei Fingern der rechten Hand über der Schädelkapsel aufdrückte, während ich mit dem Zeigefinger der linken Hand das elektrische Organ berührte, um Entladungen herbeizuführen, und mich über den Fisch beugte, um deutlich denselben beobachten zu können, sah ich, wie die Muskeln des Fisches selbst, bei jedem in meinem Finger fühlbaren Schlage, in Zuckungen geriethen und zwar um so stärker, je näher dieselben den elektrischen Organen liegen, und umgekehrt; der Art, dass der Schwanz, der diesen Organen am fernsten liegt, am schwächsten zuckte.

Setzt man diesen Versuch eine Zeit lang fort, so hören die den elektrischen Organen ferner gelegenen Muskeln, also zunächst der Schwanz zu zucken auf; dann ebenso die Muskeln im mittleren Drittel des Fisches, während die Muskeln, die zwischen den Organen liegen, — man lässt den Fisch jetzt los — noch zucken; schliesslich sieht man als Zeichen erfolgter Ent-

ladung nur noch die hastigen Bewegungen der Spritzlochklappen. Die Zuckungen, wenn man sie eben erst einmal gesehen hat, sind so deutlich, dass man jetzt umgekehrt aus ihrer Beobachtung die erfolgte Entladung des elektrischen Organes bestimmen kann. Mit dieser Beobachtung hört also auch der Satz auf, dass die Muskeln des unversehrten Zitterrochen durch dessen eigenen Schlag nicht in Zuckungen gerathen.

§. 3. Versuche im Wasser.

Bringt man Zitterrochen in ein mit Seewasser gefülltes Bassin, so schwimmen sie in demselben fortwährend unruhig umher; kommen nur selten zur Ruhe und vermögen sich auch nicht lange darin lebend zu erhalten, d. h. wohl über eine längere Reihe von Stunden, aber nicht über Tage.

Befindet sich dagegen auf dem Grunde des Bassins, wie das in den wohleingerichteten Behältern zu Neapel der Fall ist, eine Schicht von Sand — und gleichzeitig stete Circulation, — so vergraben sie sich sofort in denselben und bleiben den Tag über träge so liegen, denn erst des Nachts beginnt ihr Leben, wie das der meisten Rochen.

Diese Eigenschaft erleichtert die Versuche im Wasser ausserordentlich; man kann mit der Hand den grössten Theil des auf ihrer Rückenfläche liegenden Sandes entfernen, ohne dass sie sich erheben, um fortzuschwimmen; man kann sogar eine Zeit lang ihre elektrischen Organe durch Aufstossen mit dem Finger reizen, ehe sie sich endlich aus ihrer Ruhe stören lassen.

Die Bassins der zoologischen Station sind so angeordnet, dass stets zwei übereinander liegen; das obere befindet sich demnach in Manneshöhe und ist seiner Glaswandungen wegen sehr geeignet, um Beobachtungen anstellen zu können. Ueber eine erfolgte Entladung wurde ich auch hier durch den Schlag unterrichtet, den ich bei Ableitung der Rückenseite des Organs in meinem Finger spürte; derselbe war im Wasser noch schwächer, als ausserhalb desselben.

Es lag mir zunächst daran, zu beobachten, wie sich das eine Individuum gegen den Schlag des anderen verhält. Hat man in einem Bassin mehrere Torpedo's verschiedener Grösse, so kommt es nicht selten vor, dass eine grosse Torpedo mit ihrem Vorderkörper, also mit ihren elektrischen Organen auf einer kleinen zu liegen kommt, so, dass der grösste Theil der letzteren von der grösseren bedeckt ist, doch aber der Vorderkörper der kleineren vollkommen deutlich sichtbar war. Lagen zwei Individuen nicht zufällig so aufeinander, so gelingt es auch öfter, zwei so aufeinander zu lagern, was natürlich ebenso häufig misslingt.

Den ersten Fall benutzte ich zu dem angeregten Versuch: bei jedem Schlage, den ich von der Rückenseite des oberen Thieres bei Aufstossen erhielt, sah ich, meine ganze Beobachtung dem unteren Fisch zugewandt, denselben stets im Ganzen zusammenfahren: es war eine ruckweise, momentane Bewegung, ein Zusammenfahren, wie vor Schreck. Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Bewegung, die stets nur bei gleichzeitiger Entladung des oberen Fisches zu beobachten war, eine Muskelzuckung in toto war, die in dem leichtbeweglichen Element, dem Wasser, sich als ein Zusammenfahren oder ein plötzlicher Stoss des Fisches präsentirte. Demnach bestand die Immunität des einen Individuums gegen den Schlag des anderen auch im Wasser nicht mehr.

Einen dem ausserhalb des Wassers ähnlichen Versuch, ob eine kleine auf den Hintertheil einer grossen Torpedo aufgesetzte kleine Torpedo, also auf eine Stelle, wo kein elektrisches Organ lag, zucken würde, habe ich nicht sicher ausführen können.

Den eben beschriebenen Versuch führte ich an zwei Individuen von sehr differenter Grösse und zwei anderen von wenig differenter Grösse aus; zwei gleich grosse Individuen standen mir zur Zeit nicht zur Verfügung.

Wie verhält sich die Torpedo im Wasser gegen ihren eigenen Schlag?

Der erste auf diese Frage bezügliche Versuch wurde an einem mittelgrossen Exemplar von Torpedo oculata ausgeführt;

dasselbe befand sich in dem oberen Bassin und konnte sehr gut durch die gläserne Seitenwand beobachtet werden. Ging ich vorsichtig mit der Hand in das Wasser, ohne viel Bewegung zu erregen, entfernte ich den Sand von dem Rücken des Fisches und reizte ihn von der Rückenseite, so bemerkte ich eine deutliche Zuckung des ganzen Körpers.

Wurde derselbe Versuch an einem kleinen Exemplar von Torpedo marmorata, das sich in einem kleinen, daneben stehenden Glasbassin befand, in derselben Weise ausgeführt, so bemerkte ich auch hier eine deutliche Zuckung. Ich ging jetzt in das grosse Bassin zurück, wo noch ein grösseres Exemplar, als das erste, sich befand; soviel ich diesen Fisch aber auch reizte, ich konnte durchaus keine Zuckung wahrnehmen.

Wie war das zu verstehen? Ich hatte noch eine andere Beobachtung gemacht. Die beiden Fische, die, wie ich hier bemerken will, wiederholt gezuckt haten, hatten mir auch bei jeder Zuckung von der Rückenfläche her einen fühlbaren Schlag ertheilt; der Fisch, der nicht gezuckt hatte, hatte mir, so viel ich ihn auch reizte, keinen Schlag gegeben. Vielleicht hatte gar keine Entladung stattgefunden? Indess ich wusste erfahrungsgemäss, dass auf so viele Reize stets zum Wenigsten das eine und andere Mal ein Schlag erfolgt war und andererseits, wenn ich mit zwei Fingern einer Hand Bauch- und Rückenfläche ableitete und reizte, bekam ich auch jetzt einen Schlag. Ich schloss, der Fisch muss auch wohl jetzt geschlagen haben, aber der Schlag, nur von der Rückenseite abgeleitet, war so schwach, dass ich ihn nicht fühlte, und zu schwach, um den Fisch selbst zur Zuckung zu bringen. In der That hatte dieser Fisch, vor einigen Stunden etwa, zu einer Reihe von Versuchen ausserhalb des Wassers gedient.

Ich hatte also vergessen, den augenblicklichen Zustand des elektrischen Organes zu berücksichtigen; es wiederholt sich hier demnach derselbe Fall, wie bei dem Versuche ausserhalb des Wassers, dass nämlich bei ermüdetem Organe keine Selbstzuckung des Fisches zu beobachten ist, im Wasser mit der Modification, dass gleichzeitig von der Rückenseite kein für den Experimentator fühlbarer Schlag abgeleitet werden kann.

Der Grund für letztere Erscheinung liegt wohl darin, dass ein Theil der Elektrizität in dem guten Leiter, dem Meerwasser, sich verbreitet und so für den ableitenden Finger verloren geht.

Wie dem auch sei; auch im Wasser zuckt die Torpedo auf ihren eigenen Schlag.

Alle die beschriebenen Versuche hatte ich Gelegenheit den HH. Professoren R. Greeff aus Marburg, Fr. Eilhard Schulze aus Graz und Hrn. Dr. Eisig, Assistenten des Instituts, sowie dem zwei Tage vor meiner Abreise angekommenen Hrn. Prof. J. Ranke aus München zeigen zu können; die genannten Herren haben auch Gelegenheit genommen, in meiner Gegenwart selbst die Versuche auszuführen.

Mit diesen Beobachtungen scheint mir eines der Räthsel geschwunden zu sein, das sich an die elektrischen Fische bis jetzt geknüpft hat. Es tritt aber dafür eine andere, viel schwierigere Frage mit erhöhtem Interesse in den Vordergrund, ich meine die zuerst von Hrn. E. du Bois-Reymond aufgeworfene Frage, weshalb die Zitterfische, die im Stande sind, mit ihren Blitzen andere Fische zu erschlagen, durch jeden Schlag ihr eigenes Gehirn ruinirend, sich selbst nicht zu erschlagen vermögen? Mit erhöhtem Interesse deshalb, weil, so lange man geglaubt hatte, dass der Zitterroche durch seinen Schlag nicht im Stande wäre, seine Muskeln zum Zucken zu bringen, es viel weniger auffallend erscheinen musste, wenn er sich selbst nicht erschlug, wozu sicher ein stärkerer Schlag erforderlich sein dürfte, als nur um seine Muskeln zur Zusammenziehung zu bringen.

Zum Schluss möchte ich mir noch eine kurze theoretische Bemerkung erlauben. Dass der von der Rückenseite durch den aufgelegten Finger abgeleitete Schlag uns schwächer erscheint, kann nicht auffallen, da in diesem Falle der wenn auch gleich starke Schlag jetzt den Widerstand des ganzen Körpers zu überwinden hat. Auffallend ist nur, dass die Stelle, die unmittelbar dem elektrischen Organ anliegt, z. B. die zwischen beiden Organen gelegene, die doch von beiden Organen durchströmt wird, uns keinen fühlbaren Schlag zu geben vermag, also hier in unmittelbarster Nähe des elektrischen Organs, so-

bald man dasselbe nur verlässt, eine Stromstärke von viel geringerer Intensität herrschen muss, was auch schon aus der sehr verschiedenartigen Zuckung der kleinen bald auf das Organ, bald auf einen organlosen Körpertheil aufgelegten Torpedo hervorgeht.

§. 4. Einige Versuche über die Wirkung von galvanischen Strömen auf Torpedo.

Ehe ich die im Vorhergehenden mitgetheilten Versuche angestellt hatte, war ich einen anderen Weg gegangen; ich wollte nämlich sehen, wie sich die Zitterrochen gegenüber von aussen auf sie einwirkenden Strömen verhalten; ähnlich den Versuchen, die E. du Bois-Reymond[1]) bei dem Malapterurus angestellt und dabei beobachtet hatte, dass derselbe gegen tetanisirende Ströme ausserordentlich wenig erregbar sei. Ich erlaube mir die wenigen Versuche dieser Reihe hier mitzutheilen, weil sie geeignet sein könnten, Winke für künftige weitere Arbeiten zu geben.

Die Versuche waren folgende: In ein Glasbassin von 44·5 Cent. Quadrat, dessen Boden mit Meersand bedeckt ist und in dem sich eine 8 Cent. hohe Wasserschicht befindet, werden zwei kleine Torpedo von etwa 40 Gramm gebracht. In zwei gegenüberliegende Ecken desselben werden zwei Kupferplatten von 150 Mm. Höhe und 76 Mm. Breite in das Wasser versenkt; von diesen führen Leitungsdrähte zu einer Batterie von zwei Bunsen'schen Elementen. Der Strom kann durch einen du Bois'schen Schlüssel beliebig geschlossen und geöffnet werden. Wird der Strom geschlossen, so verlässt die eine Torpedo A sofort die Gegend der stärksten Stromescurven und flüchtet nach einer den Elektroden entgegengesetzten Ecke, während die zweite Torpedo B ruhig in der Nähe der einen Elektrode liegen bleibt und zwar so, dass die stärksten Stromescurven ihren Körper quer durchströmten.

Wurden drei Bunsen eingeschaltet, so zuckte die Torpedo B bei jeder Schliessung mit dem Schwanze sehr deutlich, der

1) A. a. O.

Oeffnungsschlag war wirkungslos. Bei vier Bunsen suchen beide Fische die Ecken auf, wo die Intensität des Stromes die geringste sein muss.

Der Uebelstand bei diesem Bassin war der, dass die beiden Rochen, wie eben mitgetheilt, sich von der Verbindungslinie der beiden Elektroden so weit entfernen konnten, dass sie von den nur schwächsten Stromescurven erreicht wurden.

In dem folgenden Versuch sollte ein Behälter verwendet werden, der dieses weite Entfliehen unmöglich machen würde; gleichzeitig wurden andere kleine Seefische in das Bassin gebracht, um die Wirkung auf elektrische und unelektrische Fische vergleichen zu können. In eine Porzellanschüssel, deren Boden einen Durchmesser von 22 Cent. hat, wurde Meerwasser in Höhe von 2·5 Cent. gebracht; in dieses durch zwei Kupferplatten ein constanter elektrischer Strom geleitet, der ebenfalls durch einen Schlüssel geschlossen und geöffnet werden konnte. In das Wasser werden ein Mugil cephalus von 16 Gramm und eine Torpedo oculat. von 40—50 Gramm gebracht. Der Versuch gestaltet sich in folgender Weise:

Zahl der Bunsen'schen Elemente.	Mugil cephalus.	Torpedo.
1	Schliessung: Zuckung.	Ruhe.
2	Schliessung: Zuckung.	Ruhe.
3	Schliessung u. Oeffnung: Zuckung.	Verlässt die Zone der grössten Stromstärke.
4	desgl.	Schliessung: Zuckung der Brustflossen.
5	desgl.	Schliessung: Zuckung der Schwanzflossen.

Wurde ein anderer Seefisch von 100 Gramm in das Wasser gebracht, so zuckte derselbe bei 1 Bunsen auf Schliessung fast noch stärker, als der kleine Mugil. Was die Wirkung eines von aussen einer Torpedo zugeführten Stromes betrifft, so sehen wir demnach bei Schliessung einer 3—4gliedrigen Bunsen'schen

Batterie schon eine deutliche Wirkung auf seine Muskeln. Auf andere Fische sehen wir, wie aus der obigen Tabelle hervorgeht, eine Wirkung früher und intensiver eintreten. Indess ist hier die Differenz in Wirklichkeit nicht so gross, wie man glauben könnte. Die kleine Torpedo ist ein sehr platter Fisch und erfüllt, da sie sich wesentlich am Boden hielt, nur etwa die halbe Wasserhöhe, während die beiden anderen Fische, die viel höher sind, die Wasserhöhe fast ganz erfüllen; der grössere der beiden letzteren sogar die Wasserhöhe überragt. Dadurch erhalten diese auch die ganze Höhe sämmtlicher dichtester Strömungscurven, welche die beiden Kupferplatten verbinden, während die Torpedo nur von dem unteren Theil derselben getroffen wird.

Da dieser Differenz nicht anders, als ausserhalb des Wassers zu begegnen war, so richtete ich folgende Anordnung ein: Auf eine Glasplatte von 2 Cent. Dicke wird ein Kupferstreifen von bestimmter Länge und etwa 3 Mm. Breite befestigt; derselbe ist bis auf 2 Cent. vollkommen isolirt; von dem Ende dieses Streifens führt ein Draht zu einer Bunsen'schen Batterie; der zweite Pol der Batterie führt zu einer in einer Handhabe steckenden und isolirten Kupferelektrode, die der Experimentator beliebig auf den Fisch aufsetzen kann. Der Versuch gestaltete sich folgendermaassen: der Fisch liegt auf der Glasplatte, mit dem Schwanz auf der festen Elektrode, während die bewegliche Elektrode jedesmal in gleicher Länge am Kopfe aufgelegt wurde.

<table>
<tr><th>Zahl der B. E.</th><th>Enthirnter Frosch.</th><th>Torpedo von 56 Gr.</th><th>Mugil ceph. von 20 Gr.</th><th>Fisch von 100 Gr.</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Schliessungs- u. Oeffnungs-Zuckung.</td><td>Ruhe.</td><td>Schliessungs-Zuckung.</td><td>Schliessung: leichte Bewegung der Brustflossen.</td></tr>
<tr><td>2</td><td>desgl.</td><td>Schliessung: leichte Bewegung der Brustflossen</td><td colspan="2">In meinen Protokollen fehlt die Angabe, doch dürfte hier Schliess.- und Oeff.-Zuckung eingetreten sein. Einige Versuche, mit tetanisirenden Inductionsschlägen ausgeführt, zeigten die gleichen Erscheinungen.</td></tr>
</table>

Man könnte hieraus schliessen, dass der Frosch am meisten erregbar ist, dann kämen die beiden anderen Fische und zuletzt die Torpedo.

Wenn es sich auch in Wahrheit so verhalten mag, so ist der Versuch durchaus nicht untadelhaft, denn die Versuchsthiere sind von wesentlich verschiedener Form und Länge, wodurch die Widerstände ausserordentlich verschieden werden. Während ich mit der Anordnung zu neuen ähnlichen Versuchen beschäftigt war, machte ich die im Anfange mitgetheilten Beobachtungen und verliess diese Versuchsweise zu Gunsten der obigen.

Am Schlusse dieser Mittheilungen sage ich meinen besonderen Dank Hrn. Prof. E. du Bois-Reymond, dessen gütigen Bemühungen zunächst ich die Reise nach Neapel zu verdanken habe; sowie Hrn. Prof. J. Bernstein, der mir mit der entgegenkommensten Bereitwilligkeit eine Anzahl von Apparaten für die Reise mitzugeben die Güte hatte.

Ebenso sage ich meinen Dank Hrn. Prof. H. Munk in Berlin für mir gütigst geliehene Instrumente und Hrn. Dr. Eisig, Assistenten und derzeitigen Dirigenten der zoologischen Station in Neapel, der mit ausgesuchter Sorgfalt für die Bedürfnisse des Untersuchers sorgt.

Notiz über die Wirkung des amerikanischen Pfeilgiftes Curare auf verchiedene Thierklassen

von

Dr. J. Steiner,
Assistenten am physiologischen Institut der Universität zu Halle.

1. Die Wirkung des Curare auf die Fische, besonders Aale, besteht:
   a) in einer Lähmung des Centralorgans der willkürlichen Bewegung,
   b) in einer Lähmung des Respirationscentrums,
   c) in der schon bekannten Lähmung der motorischen Nerven.
2. Die Lähmung der motorischen Nerven tritt, wie schon bekannt, viel später auf, als bei Säugethieren und Amphibien. Der wahre Grund dieser Differenz ist zunächst noch unbekannt.

3. Jene bei Fischen entdeckte primäre Wirkung auf das Centralorgan der willkürlichen Bewegung lässt sich auch bei Säugethieren (Kaninchen) durch kleine Dosen darstellen.
4. Das Curare lähmt auch die elektrischen Nerven von Torpedo, aber in einer noch späteren Zeit, als die Lähmung der motorischen Nerven eintritt.
5. Bei Schnecken, Seesternen und Holothurien wird durch das Curare das Centralorgan der willkürlichen Bewegung gelähmt.

Die Begründung dieser Sätze, sowie eine Theorie der Curare-Wirkung, soll demnächst in diesem Archiv zur Veröffentlichung kommen.

Halle a. S., den 1. November 1874.

Anatomische Bemerkungen über Lage und Lageänderungen des Uterus.

Von

Ad. Pansch in Kiel.

Hierzu Tafel XIX.

Unter den mancherlei noch offenen Fragen der topographischen Anatomie ist die nach der „normalen" Lage und Stellung des Uterus wohl eine der wichtigsten. Dass bis heute noch nicht mehr zur Klarlegung der hierauf bezüglichen Thatsachen und Verhältnisse geschehen ist, muss in der That sehr auffallen, da wir doch wissen, dass die richtige Kenntniss von der Lage und den Befestigungen des Uterus für die Gynäkologie von der allergrössten Bedeutung ist. Als ein wesentlicher Grund für diesen Mangel dürfte aber wohl der Umstand hervorzuheben sein, dass die bisherigen Resultate anatomischer Forschung sowohl unter sich, als auch mit den Anschauungen und Erfahrungen der Gynäkologen wenig Uebereinstimmung zeigen, und dass in Folge davon die Anatomen sowohl wie die Praktiker gar zu leicht geneigt sind, einseitig nur auf ihren eigenen Anschauungen weiter zu bauen. Freilich dürfen wir auch nicht ausser Acht lassen, dass sich der Lösung dieser Aufgabe von allen Seiten her besonders grosse Schwierigkeiten in den Weg stellen. Die postmortalen Lageveränderungen

des Uterus können und müssen, wie die Praktiker mit Recht bemerken, unter Umständen sehr bedeutende sein, und die von Anatomen angewandten Mittel, ihnen zuvorzukommen, erweisen sich als ungenügend. Aber auch die während des Lebens ausgeführten Untersuchungen der Gynäkologen können den Anatomen nur theilweise befriedigen, da in den meisten Fällen die untersuchten Individuen wohl keine „normale“ Lage des Uterus hatten, und ausserdem die angewandten Methoden (Sonde, bimanuelle Palpation, Manualuntersuchung per rectum) uns viel zu wenig zart erscheinen müssen, um die vorliegende Frage vollständig entscheiden zu können.

Im Laufe des vorigen Winters hatte ich mehrfach Veranlassung, diesem Gegenstande meine Aufmerksamkeit zuzuwenden und hoffe in der folgenden Zeit durch weiter ausgebreitete Untersuchungen und Anwendung besonderer Methoden zum Abschluss der Frage etwas beitragen zu können. Bis dahin würde ich auch die hier folgenden Bemerkungen aufgeschoben haben, wenn mich nicht besondere Gründe zu anderem Entschlusse geführt hätten. Unter diesen Gründen aber steht obenan die Beobachtung, dass einerseits die Gynäkologen in ihren Anschauungen und Lehren, namentlich auch in ihren Abbildungen sich nicht immer streng genug an anatomische Thatsachen halten, und dass andererseits, wie mir scheinen will, auch die Anatomen auf verschiedene bezügliche topographische Verhältnisse weit mehr noch, als bisher geschehen ist, ihre Aufmerksamkeit wenden müssen. Der Vorwurf trifft, wir dürfen es uns nicht verhehlen, wesentlich die Anatomen. Ich füge noch hinzu, dass gerade auf die neuesten Werke aus beiden Disciplinen sich das eben ausgesprochene durchaus nicht zu strenge Urtheil bezieht.

Vergegenwärtigen wir uns zunächst die verschiedenen Ansichten über die Lage des Uterus, so gehen diese bekanntlich im weitesten Grade auseinander. Während Einige eine innerhalb des Normalen sehr bedeutende, von verschiedenen Umständen abhängige Beweglichkeit annehmen, schreiben Andere dem Uterus eine mehr oder weniger unveränderliche „normale Lage“ zu. Unter den Letzteren verfechten M. Claudius und

B. Schultze die beiden Extreme der möglichen Lagerung. Claudius[1]) ist der Ansicht, dass normaler Weise der Uterus in seiner ganzen Länge, und mit ihm Tuben, Eierstöcke und breite Mutterbänder der hintern peritonealen Beckenwand (Rectum) fest anliege und diesen seinen bestimmten Ort im Becken überhaupt nur zeitweise, nämlich bei der Leerung und Füllung des Mastdarms, etwas ändere. B. Schultze[2]) dagegen behauptet, dass es gerade die vordere bez. untere peritoneale Wand der Beckenhöhle, d. h. die hintere und obere Fläche der Blase ist, an die sich der Uterus fest anschliesse und deshalb je nach der Füllung derselben bald ganz horizontal vorüber liege, bald sich zur senkrechten Lage und noch weiter erheben könne.

Diese beiden Autoren setzen ihre Anschauungen ausführlich auseinander und suchen sie anatomisch und physiologisch zu begründen, während die übrigen Anatomen und Gynäkologen in ihren Darstellungen nicht so erschöpfend, in ihren vorgeführten Anschauungen nicht so klar sind. Wir finden von den meisten (Sims[3]), Courty[4]), Veit[5]), Beigel[6]), West[7]), Thomas[8]) und mehreren Anatomen) angegeben, dass der Uterus normaler Weise sich ziemlich in der Axe des Beckens halte und nur durch wachsenden Füllungsgrad von Mastdarm und Blase etwas mehr nach vorn oder hinten gerückt oder geneigt werde; wir finden bei Andern (z. B. Luschka[9]), Henle[10]) die Frage vorläufig unentschieden gelassen.

1) Henle u. Pfeufer. Zeitschrift f. rat. Med. XXIII. 1865.

2) Archiv f. Gynäkologie. Bd. IV. S. 393 ff.

3) Sims. Gebärmutter-Chirurgie, deutsch v. Beigel. Erlangen, 1870.

4) Courty. Traité pratique des maladies de l'utérus. Paris, 1872.

5) Veit. Krankheiten der weiblichen Geschlechtsorgane. 1855.

6) Beigel. Krankheiten des weiblichen Geschlechtes. Bd. I. Erlangen, 1874

7) West. Frauen-Krankheiten, übertr. v. Langenbeck. 3. Aufl. Göttingen, 1870.

8) Thomas. Lehrbuch der Frauenkrankheiten, übersetzt von Jaquet. Berlin, 1873.

9) Luschka. Anatomie des menschl. Beckens. Tüb., 1864.

10) Henle. Handbuch der Anatomie des Menschen. II. 2. — Aufl. 1: 1864; Aufl. 2: 1874.

Betrachten wir das zur Entscheidung dieser Frage vorliegende Material, so haben sich die Anatomen bis jetzt wesentlich an die Anfertigung und Vergleichung von Medianschnitten (bez. von andern Sagittalschnitten) gefrorener Leichen gehalten und nur im Allgemeinen die anderweitig gewonnenen Anschauungen in die entstandenen Bilder hineinzutragen versucht.

Die reichste Sammlung solcher Schnitte hat uns Pirogoff[1]) überliefert, dann auch le Gendre[2]). Als eine ebenso bedauerliche als auffallende Erscheinung muss es hervorgehoben werden, dass unter den vielen trefflichen neueren Abbildungen von Schnitten gefrorner Leichen kein einziger normaler Medianschnitt des weiblichen Beckens sich befindet. Sowohl Braune als auch Rüdinger haben — wohl aus Mangel an normalen und jungfräulichen Leichen — den schwangeren Uterus in ihre normale Anatomie aufgenommen. Da nun auch die Pirogoff'schen Schnitte zum Theil pathologisch und alle in Einzelheiten zu wenig ausgeführt sind, so ist es mit vollem Rechte noch immer die vor 20 Jahren bereits erschienene bekannte Kohlrausch'sche Darstellung, an die man sich bei Demonstrationen halten muss, und sie stützt sich, so viel Vertrauen sie auch verdient, doch nur auf ein Spirituspräparat, bei dem Blase und Mastdarm mit Watte künstlich ausgefüllt wurden. Was die Original-Abbildungen in den anatomischen Hand- und Lehrbüchern betrifft, so haben sie häufig der Uebersichtlichkeit zu Liebe, sowie auch durch die Verkleinerung und den Holzschnitt an Naturtreue und Genauigkeit verloren, so dass sie keineswegs bei Betrachtungen, wie den gegenwärtigen, genügen.

Auch die Gynäkologen haben uns in neuester Zeit eine grosse Reihe von Abbildungen des normal und des anomal gelagerten Uterus gegeben. Doch sind diese fast alle schematisch gehalten und nur ganz einzelne[3]) sind einigermaassen genügende Ausführungen anatomisch gewonnener Bilder. Man darf sich daher nicht wundern, wenn diese in manchen Punkten

---

1) Pirogoff. Anatome topographica Petrop.
2) Le Gendre. Anatomie homalographique. Paris 1868.
3) z. B. Beigel. Krankh. d. weibl. Geschlechtes. Bd. I. Fig. 46.

ungenauen Abbildungen, anstatt die Vorstellung zu klären und zu beleben, dieselbe eher auf falsche Wege führen[1]).

Es ist ein billiges, in naturwissenschaftlichen Disciplinen längst anerkanntes und befolgtes Verlangen, dass bei jeder gegebenen Abbildung bemerkt werde, ob sie eine schematische oder aber eine der Natur entnommene sei, und dass in letzterem Falle genau hinzugefügt werde, was etwa der klareren Uebersicht zu Liebe daran geändert wurde. Dass dieser Forderung noch heute so wenige Autoren (und zu ihnen gehören selbst mehrere Anatomen) folgen, kann nicht streng genug getadelt werden.

In gleichem Grade tadelnswerth erscheint die in der hierher gehörigen Literatur so häufig sich geltend machende Gewohnheit der Praktiker, dass sie in der Beschreibung und Entwicklung eines Krankheitsbildes die wirklich objectiv wahrgenommenen Verhältnisse nicht streng von den lediglich der Vermuthung angehörigen trennen. Verschiedene Beispiele hierfür werden weiter unten zu nennen sein.

Betrachten wir jetzt zunächst rein anatomisch, d. h. an der Leiche die Befestigungen des Uterus, so ist hervorzuheben, dass die Kenntniss derselben durchaus noch keine

---

1) An dieser Stelle möge zunächst nur auf eines der allerneuesten deutschen Werke Bezug genommen werden. Beigel, (a. a. O.) der übrigens besondere Erwähnung deshalb verdient, weil er sein Werk mit der normalen Anatomie beginnt, bildet dabei zwei leidlich gute Medianschnitte (nach Sims und Savage) ab, kann es aber dennoch nicht unterlassen, als Fig. 49 die geradezu klägliche Fig. 95 aus seiner Uebersetzung von Sims hinzuzufügen. Das anatomische Auge weiss nicht, ob es mehr über die Darstellung der Vagina, des Rectum, des Kreuzbeins oder des Peritoneums staunen soll! —

Weiterhin finden wir: „Fig. 48, senkrechter Durchschnitt durch das Becken nach Kohlrausch (Graily Hewitt).“ Diese Abbildung ist entschieden, wie ja auch angedeutet ist, eine Copie der bekannten Kohlrausch'schen, obgleich sie ihr in vielen Stücken vollständig unähnlich sieht. Die geringeren Fehler der Nachbildung würde man noch hingehen lassen, wenn aber gerade der Uterus in Form und Lage, auf die es hier doch ankommt, so gänzlich anders eingetragen ist, so ist das doch mehr als erlaubt.

genügende oder erschöpfende ist. Da es zur Erreichung dieses Zieles aber erst eines grossen nicht stets vorhandenen Materials bedarf, so ist es gegenwärtig unsere Aufgabe, auf Grund des bis jetzt Bekannten das Sichere und namentlich die Grösse der Schwankungen innerhalb der Norm festzustellen, eingeschlichene Fehler zu verbessern und die Punkte, die weiterer Untersuchung bedürfen, offen und klar hervorzuheben. — Die vorher genannten Gründe mögen es entschuldigen, wenn ich dabei manches Bekannte wiederhole und viele Citate gebe.

Der Uterus steht zunächst in directer und continuirlicher Verbindung mit der Wand der Scheide, sein Hals ist ferner von einer bindegewebigen Schicht umgeben, die hinten frei an die Bauchhöhle grenzt, vorn dagegen mit der Blase in Verbindung tritt und seitlich sich in das Zellgewebe des Beckens verliert.

Weitere Verbindungen bildet das Bauchfell, indem es vom Uterus hinten an die Scheide und den Mastdarm, vorn an die Blase übergeht und an beiden Seiten des Körpers als breites Mutterband zusammentretend sich an die seitliche Beckenwand erstreckt.

Endlich verdienen noch zwei musculöse Stränge Erwähnung, die von der Seite des Uterus ausgehen und aus oder unter dem breiten Mutterband heraustretend, sich bogenförmig zur vordern und hintern Beckenwand begeben.

Ausser diesen eigentlichen directen Verbindungen des Uterus haben wir ferner zu betrachten gewisse secundäre Umstände und Verhältnisse, die von unten und oben her auf die Feststellung, Aufrechterhaltung oder Lageveränderung von Einfluss sein können. Es gehört hierher zunächst die Scheide selbst in ihrem Bau sowie in ihren Verbindungen mit Mastdarm, Blase und Harnröhre, es gehört hierher die Unterstützung und Bewegung, die der ganze Beckenboden durch den M. levator ani erfährt und endlich ist hier auch der Einfluss der Schwere und des „intraabdominalen“ Drucks zu besprechen.

1) Die Wand der Scheide setzt sich rings am Halse des Uterus fest, freilich in wechselnder Höhe. Nicht nur die Schleimhaut, sondern auch die Muskelschicht der oberen Hälfte

der Scheide steht mit dem Uterus in directer Verbindung, da namentlich vorn und hinten longitudinale Fasern von demselben herablaufen (vgl. Henle, Luschka und Kohlrausch). Eine deutliche Fortsetzung der Beckenfascie auf den Uterus ist nicht nachzuweisen.

2) Der Zusammenhang der Scheide nach hinten mit dem Mastdarm, nach vorn mit der Blase und Harnröhre ist nicht überall gleichartig. In der untern Abtheilung der Scheide ist eine vollständige wirkliche Verschmelzung der Wände da (septum urethro-vaginale und septum recto-vaginale), während in der obern Abtheilung die Verbindung eine lockere genannt werden muss; ja man darf sehr wohl geradezu sagen: Der obere Theil der Scheide ist vorn und hinten von den genannten Theilen getrennt durch Taschen der Beckenfascie, die durch lockeres Bindegewebe ausgefüllt und zusammengehalten werden. Diese „excavationes fasciae pelvis“ (wie man sie analog den excavat. peritonei sehr wohl nennen kann) sind zuerst und am übersichtlichsten dargestellt von Kohlrausch; auch auf Henle's Medianschnitt (Figg. 340 u. 352 in der 2. Aufl.) sind sie deutlich hervorgehoben. Braune hat sie streng gewürdigt, während Rüdinger sie gar nicht darstellt, sondern nur die hintere Grenze der Harnblasen- und Scheidenmusculatur markirt. (Vgl. Rüdinger, Topogr. chir. Anat. des Menschen. Abth. I. u. II., T. VII.) Genauere Besprechung finden diese Verhältnisse nur bei Kohlrausch (a. a. O. S. 37)[1]) und namentlich bei Luschka (a. a. O. S. 416)[2]).

---

1) „Dagegen findet sich eine mässig starke Ausbreitung (der fascia pelvis), welche zwischen Blase und Scheide 10''' (d. i. etwa 25 Mm.) weit, und eine andere zwischen Hinterwand der Scheide und Vorderwand des Mastdarms, welche 20''' (d. i. etwa 45 Mm.) weit herabsteigt.“

2) „Dagegen hindert die feste Verwachsung zwischen Vagina und Rectum einer-, zwischen Scheide und Blasengrund nebst Harnröhre andererseits das freie Eindringen derselben zwischen diese Organe. Jedenfalls kann die dichtere Zellstoffgrenze zwischen Rectum und Vagina nur als Andeutung der so deutlich ausgeprägten männlichen fascia recto-vesicalis betrachtet werden, während zwischen Vagina und Harnröhre selbst diese Andeutung vermisst wird.“

Derselbe Autor erwähnt auch S. 384, dass ein Blatt der Fascie

Mag man nun darüber streiten, ob die Blätter dichteren Zellstoffes, die sich an den angegebenen Orten finden, wirklich der Beckenfascie angehören oder nicht — Thatsache bleibt, dass sie hier vorhanden sind und sehr deutlich (so weit meine Erfahrung reicht, bei allen Leichen) hervortreten und sich bis zu ihrem untern Ende leicht verfolgen lassen, sobald man hintere Blasen- und vordere Mastdarmwand mit den Fingern oder der Pincette von der Vagina abzuheben strebt. Auf dem Medianschnitt einer frischen Leiche oder eines Spiritus-Präparates dürfte man sich am Besten davon überzeugen.

Eine noch deutlichere und fast überraschende Anschauung von der Ausbreitung lockern Zellstoffes vor und hinter der Scheide, und das ist ja doch für uns der eigentlich wichtige Punkt — bietet uns die künstliche Injection des Zellstoffes an der Leiche. Diese Methode ist bekanntlich mit gutem Erfolge von Henke[1]) ausgeübt worden, der uns auch in Fig. 1 auf Taf. III. einen sehr interessanten Medianschnitt des Beckens giebt. In Folge der Injection sehen wir hier Blase und Mastdarm fast 1 Cm. weit von der Scheide abgedrängt. Zu bedauern ist, dass die Zeichnung nicht specieller hat ausgeführt werden können, um auch genauere Fragen nach der Ausdehnung des Zellstoffes daran beantworten zu können.

Soweit meine eigenen Untersuchungen gehen, möchte ich glauben, dass auch hier wieder einige individuelle Schwankungen stattfinden. In der Regel dürften wir aber die untere Grenze der excavatio fasciae vesico-vaginalis in der Höhe des orific. int. urethrae finden, zuweilen auch wohl etwas tiefer. Das untere Ende der excav. recto-vag. liegt wohl stets tiefer, etwa um 1·5—2 Cm., so dass es gegen 2·5 Cm. von der äussern Fläche des Dammes entfernt ist. — In diesen meinen Resultaten stimme ich fast ganz mit Kohlrausch überein, während sich in dem Medianschnitt Henle's die Sache ganz anders

---

zwischen Rectum und Vagina bis zum Boden des Beckens eingeschoben sei und dass der Grund der Blase mit der Scheide nur lose zusammenhängt.

1) Beiträge zur Anatomie des Menschen mit Beziehung auf Bewegung. 1872.

verhält, indem hier die Fascie sich hinter der Scheide nicht so weit, vor der Scheide dagegen weiter, bis zur Grenze des obern und mittlern Drittels der Harnröhre erstreckt.

3) In Betreff der Scheidenwand selbst ist daran zu erinnern, dass diese ausserhalb der eigentlichen Muskelschicht noch eine an elastischen Fasern und an Gefässen reiche Bindegewebsschicht hat.

4) Dass der Uterus mit der hintern Blasenwand (fundus?)[1]) eine nähere Verbindung eingehe, wird einstimmig und seit langer Zeit von Anatomen und Gynäkologen gelehrt. Hoffmann[2]) ist der Einzige, der abweicht, indem er dieser Verbindung wunderbarer Weise weder in Wort noch in Bild Erwähnung thut.

Es geschieht aber diese Verbindung einfach durch den obersten Theil der erstgenannten durch lockeres Bindegewebe ausgefüllten vesico-vaginalen Tasche der Beckenfascie, wobei nur zu bemerken ist, dass die Fascie an die vordere Wand des Uterus nicht mehr hinaufreicht. Die senkrechte Ausdehnung, in der sich das Zellgewebe, bez. die Blase dem Uterus vorne anlegt, ist einigermaassen verschieden, wie auch die dasselbe von oben begrenzende Umschlagsstelle des Bauchfells von sehr wechselnder Lage erscheint Die Verschiedenheiten können entweder individuelle sein (diese sind nach meiner Meinung nicht so gering zu achten), oder sie hängen mit der wechselnden Füllung der Blase zusammen. Im Allgemeinen möchte ich sagen, dass das Zellgewebe bis an das untere Ende des Uteruskörpers hinaufreicht; man findet öfters eine geringere, selten eine grössere Ausdehnung desselben. Es begreift sich, dass wenn

---

1) Vgl. über den ziemlich vagen Ausdruck „Blasengrund" namentlich Henle a. a. O. Aufl. 2. S. 341 u. Anm.

Auch ich habe es öfters gefunden, dass sich vor der Urethramündung eine nicht unansehnliche Aussackung der Blase nach unten vorfand, ein Verhalten, welches weit mehr noch, als bisher geschehen ist, hervorgehoben werden sollte und manches praktische Interesse bietet. Vgl. auch unten S. 718.

2) Die Körperhöhlen des Menschen und ihr Inhalt. 1873. S. 98 und Taf. XV.

bei stark gefüllter Blase die Bauchfelltasche gezerrt und in die Höhe gehoben wird (vgl. weiter unten), auch das Zellgewebe dem folgend höher am Uterus hinaufzureichen scheint[1]).

Dieser Umstand, die durchaus lockere Verbindung des Uterushalses mit der Blase, muss B. Schultze gegenüber ganz besonders hervorgehoben werden, da dieser Autor in den schematischen[2]) Abbildungen Figg. 6—8, 10—12 im stärksten Gegensatze zu dem angeführten Verhalten darstellt, was er auch ausdrücklich mehrfach sagt: dass die Blase nämlich „fest an die vordere Wand des Uteruskörpers geheftet" sei, und zwar so fest, dass sie bei jeder Contraction den Uterus in Anteversion oder sogar in Anteflexion versetze. Diese Anschauung lässt sich auf diese Weise anatomisch durchaus nicht unterstützen.

Was die übrigen Autoren anlangt, so äussert Luschka: „Der fundus vesicae lehnt sich an die vordere Wand der Scheide und zum Theil des collum uteri an und ist mit ihnen mehr oder weniger innig verwachsen." Henle und Hyrtl gehen auf diesen Punkt fast gar nicht ein. Mit Kohlrausch stimme ich auch hier zusammen. Auf Rüdinger's Tafel VII. tritt diese Gegend nicht klar genug hervor; jedenfalls aber ist die Verbindung keine ausgedehnte.

5) Das Bauchfell tritt von vorne her etwa gerade an der Grenze zwischen Körper und Hals an den Uterus heran, während es hinten nicht nur den ganzen Uterus sondern auch einen Theil der Scheidenwand überzieht, ehe es an den Mastdarm hinübergeht. Die Ausdehnung des serösen Ueberzuges an der vorderen Seite wird von Kohlrausch (S. 61), Henle (S. 475 „ungefähr in der Gegend der Einschnürung, welche Körper und Cervicaltheil des Uterus scheidet") und Luschka (S. 359 „nahe unter der dem orificium uteri internum entsprechenden Stelle") fast ebenso angegeben, während Hyrtl (S. 195, 6. Aufl.) ziem-

1) Vgl. Le Gendre a. a. O. pl. 17; Pirogoff a. a. O. III. A. 32. Fig. 20.

2) Ich glaube nicht zu irren, wenn diesen Zeichnungen weder wirkliche Durchschnitte noch auch genauere anatomische Untersuchungen zu Grunde liegen.

lich unbestimmt sagt: „Dieser Uebergang liegt einige Linien über der Fixirung des Scheidengewölbes an die portio vaginalis uteri.“ Jedenfalls dürfte es nicht zu läugnen sein, dass für individuelle Schwankungen nach beiden Seiten hin, besonders nach unten, ein Spielraum von vorläufig unbestimmter Grösse vorkommt.

Ausserdem aber ist es wohl zu beachten, dass die Anheftung des Bauchfells in der angegebenen Ausdehnung nicht überall die gleiche ist, sondern im untern Theil noch eine gewisse Verschiebung gestattet.

Ich fand bei einigen für normal geltenden Exemplaren bestätigt, was Henle (S. 475) sagt: „Vorn ist die Verbindung der Serosa mit der Musculosa minder straff, als an der hinteren Seite; sie lässt sich vorn eine Strecke weit aufwärts mit dem Messer lösen, ebenfalls weiter an den Rändern, als in der Mitte des Uterus.“ — Dadurch erklärt es sich, dass auf einzelnen Durchschnitten[1]) vorn nur die Hälfte des Uteruskörpers mit einem serösen Ueberzug versehen ist; die sehr stark ausgedehnte Blase hatte nämlich die Bauchfellfalte bis zur Grenze der Möglichkeit in die Höhe gezogen, ein Verhalten, welches jedoch normaler Weise bei der Entleerung der Blase sehr bald wieder zurückgehen muss.

Umgekehrt kann auch wohl durch ein aus irgend welchen Gründen erfolgtes Hinabzerren der Bauchfellfalte der Anschein entstehen, als ob das Bauchfell überhaupt weiter hinab den Uterushals fest überkleide. (Ueber die sog. plicae vesico-uterinae vgl. unten S. 717.)

Der seröse Ueberzug der hintern Seite ist bis zur untern Grenze des Körpers demselben sehr fest angeheftet; mit dem Halse steht er dagegen in sehr lockerer Verbindung vermittelst einer sehr verschieden starken Schicht von Zellgewebe und glatter Musculatur. Der Uebergang des Bauchfells vom Körper auf diese Schicht geschieht in den meisten Fällen in Gestalt eines mehr oder minder scharf nach hinten oben vorspringenden Wulstes, der sich als die Vereinigung der beiden

1) Z. B. Pirogoff, Fig. 20; Le Gendre, Fig. 17.

Douglas'schen Falten erweist und deshalb *plica Dougl. mediana* genannt werden könnte. Da der Inhalt dieses Wulstes theilweise nachgiebiges Gewebe ist und derselbe bei verschiedenen Lagen des Uterus bald gezerrt, bald comprimirt sein kann, so dürfte daraus zum Theil wenigstens eine verschiedene Stärke desselben sich erklären lassen.

Auf diesen Wulst haben bereits Kohlrausch (S. 61) [1]) und Henle (S. 457, 1. Aufl.) [2]) als etwas Normales aufmerksam gemacht. Während Ersterer aber sie nur aus lockerem Bindegewebe bestehen lässt, beschreibt Letzterer die darin enthaltene glatte Musculatur (S. 478, 2. Aufl.) und Luschka erwähnt die selbstständigen Muskelzüge des von ihm sogenannten M. retractor uteri (S. 360—361).

Wie weit das Bauchfell hinten das Scheidengewölbe überzieht, und ob ein solcher Ueberzug überhaupt etwas Constantes ist — darüber gehen die Meinungen wieder einigermaassen auseinander.

Nach Hyrtl (S. 195): „setzt sich das Peritoneum, nachdem es die hintere Uterusfläche überzogen hat, $^1/_3$ Zoll weit an der hinteren Scheidenwand nach unten fort," — nach Luschka (S. 360): „bedeckt es auch noch das Gewölbe, entsprechend der oberen Hälfte des Labium posterius der Vaginalportion," — nach Henle (Aufl. 2, S. 475) ist hinten „die Stelle der Anheftung des Peritoneum in der Mitte tiefer, als an den Seiten; sie liegt in der Mitte entweder der vorderen Anheftung gegenüber (Fig. 365) oder rückt weiter hinab, bis in die Gegend des Ostium uterin. externum, so dass der obere Theil der hinteren Wand der Vagina in die Peritonealfalte mit eingeschlossen wird."

Ich halte dafür, dass die Ausdehnung des Bauchfellüberzuges der Scheide in verschiedener Beziehung eine sehr verschiedene ist. Zunächst ist zu beachten, dass der Grund der

---

1) Kohlrausch sagt, er hätte ihn bei allen Durchschnitten gefunden, und ich darf hinzufügen, dass ich meinerseits ihn auch nie ganz vermisst habe.

2) In dem Medianschnitt (2. Aufl., Figg. 365 u. 372) ist dieser Wulst gänzlich unberücksichtigt geblieben.

Tasche lose auf seiner Unterlage ruht und somit durch Zerrung leicht etwas mehr nach oben oder nach unten gezogen werden kann, so dass hier also dasselbe wechselnde Verhalten bei demselben Individuum stattfinden kann, wie an der vordern Wand des Uterus.

Zweitens steht es fest, dass auch ganz innerhalb des Normalen hier ein bedeutendes Variiren bei verschiedenen Individuen beobachtet wird. In einzelnen Fällen sieht man nur das eigentliche Gewölbe der Scheide in der Ausdehnung von knapp 1 Cm. überzogen, in andern Fällen sieht man diesen Ueberzug eine Länge von fast 4 Cm. (und vielleicht noch mehr) erreichen, so dass die Tiefe des Douglas'schen Raumes dann gerade dem äussern Muttermunde gegenüber liegt. Bei jeder Section und jeder Anatomie-Leiche kann man sich von diesen Verhältnissen, die durch die Oeffnung der Bauchhöhle ja durchaus nicht verändert werden, leicht überzeugen, wenn man vorsichtig den Finger der einen Hand in das hintere Scheidengewölbe, den der andern Hand in den Douglas'schen Raum[1]) bringt.

Uebrigens hat man sich bei der Beurtheilung und Aufnahme des Befundes an Leichen und an gewonnenen Sagittalschnitten aus zwei Gründen sehr vorsichtig zu verhalten. Erstens muss man stets an die Möglichkeit der Verkleinerung des Douglas'schen Raumes durch Adhäsionen und Verwachsungen seiner Wandungen denken, und zweitens muss man sich erinnern, dass die Umschlagsstelle des Bauchfells für gewöhnlich hinter der Mittellinie des Uterus am tiefsten liegt, sich an den Seiten

---

1) Der Begriff „Douglas'scher Raum" scheint öfters der nöthigen Klarheit zu entbehren. Man scheint gewöhnlich, und das dürfte das Richtige sein, die von oben her von den plicae Douglasii begrenzte Höhlung darunter zu verstehen, während zuweilen auch der ganze Raum hinter Uterus und ligamente lata damit gemeint zu sein scheint. Denn es kann doch nur von diesem letzteren die Rede sein, wenn es heisst, dass im Douglas'schen Raume gewöhnlich „einige" Darmschlingen oder der Körper des retrovertirten Uterus gelagert sind. Man bezeichnet diesen weiteren Raum deshalb wohl am passendsten nur als excavatio recto-uterina. Präcisere Beschreibungen in den Lehrbüchern wären auch hier sehr erwünscht.

desselben aber bereits bedeutend höher hinaufzieht, so dass also verschiedene Sagittalschnitte eines und desselben Beckens in dieser Beziehung ganz abweichende Resultate ergeben müssen und Medianschnitte verschiedener Becken nur dann einen strengen Vergleich hierin gestatten, wenn der Uterushals hinten genau in der Mittelebene desselben getroffen ist. (Diese Forderung kann oft genug von dem genauesten Medianschnitt des Beckens nicht erfüllt werden, da der Uterus ja meistens etwas seitlich vertirt, verschoben oder rotirt erscheint.) Es ist somit wohl nicht zu viel gesagt, wenn ich behaupte, dass die Abbildungen, bei denen die Scheide gar keinen serösen Ueberzug besitzt, im höchsten Grade verdächtig sind und vorläufig, bis weiter ausgedehnte Beobachtungen die Frage endgültig entscheiden, am Besten bei Seite zu lassen sind[1]).

6) Die breiten Mutterbänder erstrecken sich von den Seitenrändern des Uteruskörpers (d. i. etwas hinter der Ebene der Uterushöhle) an die seitlichen Beckenwände. Die Linie, in der sie sich hier festsetzen, erstreckt sich in der That häufig in der von Henle (2. Aufl. S. 488) angegebenen Weise: „die seitliche Anheftung der Falte, d. h. die Stelle, wo sich ihre beiden Blätter von einander trennen, um sich vor- und rückwärts auf die innere Fläche der Beckenwand hinüberzuschlagen, zieht sich längs der Art. hypog. hinab; das seit-

---

1) Es ist sehr zu bedauern und geradezu unbegreiflich, dass Henle selbst in der 2. Auflage seines Handbuches (1874) nicht nur in dem Medianschnitt des Beckens die Umschlagsstelle an den untern Rand des Körpers legt, sondern auch bei dem Medianschnitt des Uterus (Fig. 365 u. 372) trotz des vorhandenen Wulstes der plicae Douglasii das Peritoneum in der Höhe des obern Randes desselben an den Mastdarm treten lässt, so dass es die Scheide gar nicht berührt, sondern von ihr über 1 Cm. entfernt bleibt.

Auch bei Rüdinger (a. a. O. Taf. VII.) bleibt das Bauchfell weit von der Scheide entfernt. Möglich wäre es ja freilich, dass in der Schwangerschaft zuweilen solches Verhalten einträte. Dass es aber denn doch keine Regel ist, beweisen die beiden Durchschnitte Braune's (Lage des Uterus und Fötus, 1872. Tab. A u. B). Wir dürfen hoffen, dass in dem noch zu erwartenden Hefte Rüdinger's über das Becken dieser und die oben gerügten Mängel vermieden sind.

liche Ende des freien Randes der Falte liegt im oberen Becken an der Art. iliaca oberhalb der Theilung dieser Arterie in ihre beiden Hauptäste.“ Oft genug aber ist das Verhalten auch ein anderes und man kann dann die Anheftungslinie viel weiter zurück liegen und somit auch mehr senkrecht aufsteigen sehen. Es ist bekannt, dass Muskelfasern vom Uterus in die Bänder einstrahlen, doch ist zu beachten, dass dieselben lateralwärts keinen festen Anhaltspunkt finden. Die Stärke und Ausdehnung dieser Muskelschicht scheint einigermaassen verschieden zu sein[1]). Die Spannung in der man die breiten Mutterbänder an der Leiche findet, wenn man dem überhaupt eine grössere Bedeutung beimessen will, ist einigermaassen verschieden. Es ist längst bekannt, dass eine einseitige Verkürzung stattfinden kann.

7) Von Muskelzügen, die vom Uterus aus unter dem Bauchfell verlaufen, sind zwei noch ganz besonders zu beachten, weil sie allgemein als sehr einflussreich auf die Lage und Lageänderungen des Uterus bezeichnet werden: Die Muskeln der runden Mutterbänder und der Douglas'schen Falten. Beide Züge treten seitlich aus dem Uterus heraus und begeben sich gegen die vordere bez. hintere Beckenwand, die sie nahe der Medianebene anstreben; beide also haben jederseits einen bogenförmigen Verlauf. Aber der Muskel der Douglas'schen Falten greift von hinten und oben her das obere Ende des Halses an, während die ligg. rot. von vorne und unten her an die Seiten des fundus treten. Um Missdeutungen ihrer etwaigen Functionen zu entgehen, ist vor allen Dingen eine genaue Beobachtung ihrer peripheren Befestigungen erforderlich. Bei den runden Bändern geschieht diese nun zwar vor und neben der Symphysis, aber die Bänder gehen vorher durch den Leistenkanal und somit ist ihr vorderer Wirkungspunkt der mediale Rand des Bauchringes, ein Punkt der also nicht nur 8 Cm. von der Symphysis entfernt ist, sondern auch in der

---

Vergleiche hierüber auch die Abbildungen Pirogoff's. III. A. 21.3 u. 32.20 u. 22.1

1. Courty a. a. O. S. 30: „cette membrane sércuse est doulée dans toute leur étendue d'une couche musculeuse.“

Projection auf die Medianebene ca. 4 Cm. über dem oberen Rande derselben liegt. —

Der Bogen der Douglas'schen Falten hat sein hinteres Ende im Allgemeinen zu den Seiten des Mastdarms, wo die Musculatur in dem subserösen Zellgewebe endigt und eine Richtung gegen den ersten und zwei Kreuzwirbel hat[1]). Doch findet man auch hier Variationen in weiter Ausdehnung. So sah ich die Douglas'schen Falten mehr auf- und vorwärts, gegen das promontorium hin, ja selbst gegen die Anheftung des breiten Bandes in das grosse Becken hinauf verlaufen, ich sah sie andererseits auch fast horizontal gegen das Ende des Kreuzbeins sich erstrecken, kann freilich in diesem Falle nicht behaupten, dass die Muskelzüge denselben Verlauf nahmen. (Weiteres hierüber, besonders in Bezug auf ihre Wirkung folgt später.)

Auch diese beiden Stränge befinden sich an der Leiche meist in mässiger Spannung.

Ausser jenen findet man noch von Luschka (S. 359) andere Muskelzüge erwähnt: „Seitlich ist die excavatio vesico-uterina von wenig vorspringenden, flach ausgeschweiften Falten — plicae vesico-uterinae — begrenzt, in welche sparsame und dünne Züge contractiler Faserzellen eingeschlossen sind, die von der oberflächlichen Muskelschicht des Uterus herrühren." — Eine grosse Bedeutung dürfte diesen aber wohl kaum zukommen, wie denn überhaupt die genannten Falten so selten

---

1) Courty S. 31 spricht von „lig. utéro-sacrés de madame Boivin."

Nach Thomas S. 271 sollen in den Douglas'schen Falten Bänder aus „fibrösem Gewebe" liegen, „welche den Cervix an das os sacrum befestigen und den Namen „Ligamenta sacro-uterina erhalten haben!"

Courty a. a. O. S. 31 sagt: „les ligaments postérieures . . . formés de fibres musculaires . . . . ., vont s'attacher immédiatement en dedans de la symphyse sacro-iliaque, à la troisième vertèbre sacrée, souvent au dessus jusqu'au promontoire ou à la partie antérieure et latérale de la dernière vertèbre lombaire, ce qui a fait substituer par M. Huguier, la dénomination de ligaments utéro-lombaires à celle des lig. utéro-sacrés."

deutlich hervortreten, dass man sie mit gutem Rechte ganz aus der anatomischen Terminologie streichen sollte[1]).

8) Ueber die eigentliche Bedeutung und Wirkung des M. levator ani herrschen wie bekannt noch heute verschiedene Ansichten, wie denn auch Verlauf und Endigung der einzelnen Abschnitte desselben verschieden beschrieben werden. Doch darf wohl nicht bestritten werden, dass er (in Verbindung mit dem M. coccygeus) seinen Angriffspunkt an der grössern hinteren Abtheilung des beweglichen Beckenbodens findet, vom untern Ende des Kreuzbeins an bis gegen die vordere Wand des Mastdarms, und dass seine Zugrichtung vor- und aufwärts geht.

9) Wollte man genau und gründlich verfahren, so müsste man auch noch die Formveränderungen von Blase und Mastdarm, die sie vom contrahirten und leeren Zustande bis zur stärksten Füllung erleiden, einer genauen Besprechung unterwerfen. Es würde das aber hier zu weit führen und bedarf auch noch viel weiter ausgedehnter Untersuchungen. Nur ein schon von Barkow[2]) und Luschka erwähntes Verhalten dürfte hier nicht übergangen werden: ich meine, die sog. seitlichen Ausbuchtungen (recessus laterales) der weiblichen Blase. Ich habe gefunden, dass die weibliche Blase in den meisten Fällen nach beiden Seiten hin eine bedeutende Ausdehnung besitzt und zwar ist es wesentlich der untere hintere Theil der

1) Thomas S. 271 spricht hier sogar von „fibrösen“ und einflussreichen Bändern; bei Courty dagegen ist nur die Rede von „adhérences vésicales.“

Hyrtl (topogr. Anat. 2. Aufl. II. S. 193) sagt: „Nur die in so viele Handbücher übergegangenen ligg. sacro-uterina und die ligg. pubo-vesico-uterina, welche sich beide an der Grenze zwischen corpus und collum uteri inseriren, können für eine dauerhafte Unterstützung der Gebärmutter, deren sie im schwangeren Zustande so dringend benöthigt, hinlänglich Sorge tragen. Es braucht wohl nicht erst erwähnt zu werden, dass diese letztgenannten Bänder eigentlich nur Stücke der Fascia pelvis sind, welche sich an das weibliche Sexualorgan anschliessen, mit ihm verwachsen, und dadurch zu Befestigungsmitteln desselben werden.“

2) Anat. Untersuchungen über die Harnblase. 1858.

Seitenwand, der ausgebuchtet erscheint (aber ohne irgendwie von der übrigen Blase abgegrenzt zu sein). Der grösste transversale Durchmesser, der den Längsdurchmesser sehr häufig übertrifft, liegt etwa 2—3 Cm. über dem orif. int. urethrae. Diese bedeutende laterale Entwicklung der weiblichen Blase, die wohl im Zusammenhang stehen dürfte mit der Breite des Beckens und dem Dasein des hinter der Blase liegenden Uterus, fand ich bei verschiedenen Graden der Füllung, ja selbst bei leerer Blase. Es will mir scheinen, als ob letzterer selten die gewöhnlich beschriebene Kugelform zukomme, sondern dass sie gewöhnlich mehr oder weniger platt, in der Horizontalen sich ausdehne, und abgerundet dreieckig erscheine mit einer breiteren hinteren Basis. — In einem Falle fand ich bei einer noch mässigen Füllung (Präparat der Fig. II.) die äussersten Punkte der Seitenwand der Blase nur etwa 2 Cm. weit von dem vordern Rande des for. ischiad. maius entfernt. — Der Grund der excavatio vesico-uterina bildet bei leerer Blase meist keine mittlere Senkung, sondern liegt in einer horizontalen. Quer über die Mitte der oberen Fläche der Blase sieht man dann häufig eine Falte des Bauchfells ziehen[1]).

Wenn in Obigem versucht wurde, die anatomischen Verhältnisse der Beckeneingeweide, die für Lage und Lageänderungen des Uterus von Einfluss sein können, einer genaueren Betrachtung zu unterwerfen, so haben wir jetzt zu fragen, welchen Schluss die so an der Leiche gewonnenen Resultate auf das Verhalten dieser Theile während des Lebens erlauben.

Da muss es zunächst klar sein, dass zwei wichtige Factoren mit dem Tode ihre Function eingestellt haben: Die Schwellung aller Gewebe (namentlich die Füllung der Gefässe) und die Contraction der Muskeln, während dadurch zugleich einem andern Einflusse, der Schwere, ein neuer Spielraum eröffnet ist[2]).

1) Die topographischen und chirurgisch-anatomischen Verhältnisse der Blase sind noch viel zu wenig gekannt. Vgl. unten S. 733.

2) Es handelt sich hier um Verhältnisse nach dem Aufhören der Todtenstarre.

Dass der Uterus selbst und mit ihm die stark vaskulösen Gewebe, die unter ihm und der Blase zwischen Mastdarm und Symphyse gelegen sind, während des Lebens praller und straffer sind, ist wohl eine berechtigte Annahme; dass, wo wir einen schlaffen nach unten gedrängten Beckenboden finden, auch der Afterheber dem entgegengewirkt haben mag, ist wahrscheinlich, wie weit aber die Muskelzüge der runden Bänder und der Douglas'schen Falten im Leben eine andere Lage des Uterus, als die an der Leiche beobachtete, bedingt haben, lässt sich nur vermuthen. Als sicher lässt es sich dagegen ferner wohl hinstellen, dass das lockere Bindegewebe sowohl wie das Bauchfell postmortalen Senkungen und Verschiebungen ein bis zu gewissem Grade nur geringes Hinderniss sein werden, da einer ihrer hauptsächlichsten Charaktere ja gerade in der Ermöglichung von Bewegungen der verbundenen Theile liegt.

Es bedarf kaum einer besondern Erwähnung, dass solche postmortalen Veränderungen mit der Zeit wachsen können und es wäre zur Entscheidung solcher Fragen, wie die vorliegende ist, kein unbilliges Verlangen, wenn bei den Abbildungen von Schnitten gefrorener Leichen bemerkt würde, wie lange Zeit nach dem Tode und unter welchen Verhältnissen die Leiche gelegen, von welcher Constitution die Lebende gewesen u. dgl. — Das Geeignetste wäre natürlich, wenn man stets möglichst bald nach dem Tode eine Untersuchung anstellen oder den Leichnam sogleich in Eis packen könnte. Doch wenn dem Anatomen auch durch collegialische Liebenswürdigkeit der erste Wunsch erfüllt werden kann, so ist es doch immerhin eine Seltenheit, dass eine weibliche Leiche ganz frisch auf die Anatomie kommt, und auch dann ist sie nicht jedesmal ohne Weiteres für topographische Untersuchungen disponibel.

Die an solchen frischen Leichen, aber stets mit der nöthigen Vorsicht, erlangten Resultate sind bis jetzt die wichtigsten, obgleich auch hier noch besondere Methoden anzuwenden wären, um den bei dem Herausnehmen der Eingeweide etwa entstandenen Lageänderungen vorzubeugen. So wie aber eine Leiche, ohne durch Kälte erstarrt zu sein, länger gelegen hat (und es misst im Winter diese Zeit auf den Anatomien ja zuweilen

nach Wochen) so müssen wir meiner Ueberzeugung nach zugeben, dass wesentliche Aenderungen in der Lage der Beckeneingeweide die Folge sein können. Daraus würde denn aber folgen, dass die meisten anatomischen Abbildungen, wie sie aus Schnitten der Leichen gewonnen sind, keine „normale Lage" des Uterus darstellen, und wir müssen deshalb ebensowohl den Gynäkologen beipflichten, wenn sie die Competenz der Anatomen in der vorliegenden Frage nicht anerkennen wollen, als wir nicht umhin können, den Vorwurf anzunehmen, dass die Anatomen zu wenig der Unzuverlässigkeit ihrer Resultate gedachten[1]).

Diese Erkenntniss ist auch ein wesentlicher und schwerer Einwurf gegen die Anschauung und Darstellung von Claudius. Die so häufig an Leichen vorgefundene Lagerung des Uterus fest an der hintern peritonealen Beckenwand könnte sehr wohl nur eine einfache Folge der Schwere sein, der der Uterus bei der üblichen horizontalen Rückenlage der Leichen folgt[2]). Ein Experiment, das ich zur Bestätigung dieser Annahme anstellte, lieferte das erwartete Resultat: Eine Frauenleiche wurde auf der Anatomie sogleich in Bauchlage gebracht und nach einigen

---

1) Henle (2. Aufl. S. 473.) weist ausdrücklich hierauf hin: „Es ist aber fraglich, ob der Schluss von der Leiche auf das Verhalten im Leben erlaubt sei" u. s. w.

2) s. Anm. S. 755. — Der Einfluss der Schwere auf den Uterus ist zuweilen in seltsamer Weise aufgefasst worden. Nach Hyrtl (a. a. O. S. 194) muss die Retroversio die häufigste Abweichung sein, weil die durch die Ebene der breiten Bänder abgeschnittene hintere Hälfte des Uterus grösser und also auch schwerer ist. Der Uterus hängt aber nicht frei pendelnd an den breiten Mutterbändern! — Nach Sims und Andern ist die Anteversion öfters bedingt durch Fibroide in der vorderen Wand des Uterus. Zweifelhaft scheint es mir hierbei nur, ob es wirklich allein das Gewicht dieser, wie angegeben wird, oft noch kleinen Einlagerungen ist, wodurch der Uterus antevertirt wird. Aber weiter! Nach Sims (S. 190) soll ein Fibroid im obern Theil der hintern Wand durch seine Schwere den Uterus einfach retrovertiren, obgleich es doch vor der durch den Hals gehend gedachten „Drehaxe" liegt! Der Leser wird aber überzeugt, wenn ihm als zugehörige Figur ein senkrecht stehender Uterus mit Fibroiden vorgeführt wird! —

Tagen in aufrechter Stellung der Kältemischung ausgesetzt. Die Durchschnitte zeigten eine mit mehreren Darmschlingen ausgefüllte weite excavatio recto-uterina. (Als gültigen Beweis sehe ich natürlich diesen einen Fall nicht an und zwar um so weniger, da der sehr erschlaffte Beckenboden sich tief gesenkt und dadurch zugleich auch wohl den Uterus „antevertirt" hatte.)

Prüfen wir jetzt noch einmal, mit Berücksichtigung der erwähnten postmortalen Veränderungen, die Umgebungen und Befestigungen des Uterus, so muss es wohl klar werden, dass auch so in ihnen an und für sich noch keine Veranlassung gegeben ist zur Annahme und Beibehaltung einer bestimmten dauernden Lage und Stellung, wie sie ohne Weiteres gegeben wäre, wenn etwa die breiten Bänder straff gespannt und sicher befestigt wären, oder wenn der Uterus durch feste Bänder am oberen und unteren Ende an die vordere oder hintere Beckenwand geheftet wäre[1]. Dass der Uterus keine solche absolut bestimmte Lage und Stellung im Becken einnehmen kann, ist übrigens von Allen anerkannt. Aber die meisten Meinungen gehen doch dahin, dass der normale Uterus sich in einer relativ bestimmten Lagerung befindet, d. h. entweder mit

1) Es ist eine leider ziemlich verbreitete und oft angeführte Vorstellung, dass der Uterus bei seinen Versionen sich um eine Axe drehe, die quer durch den Hals desselben hindurchgehe. Dadurch wird man gar zu leicht zu der Meinung geführt, die von Manchen (Sims, Beigel, Courty (S. 32), Thomas (S. 304), Hyrtl (S. 197) auch geradezu auseinandergesetzt wird, dass nämlich diese Drehaxe eine bestimmte unveränderliche Lage im Becken einnehme. Diese verderbliche Vorstellung wird besonders unterstützt durch die so sehr mässigen schematischen Abbildungen, die Beigel (Fig. 49.) und Thomas (Fig. 128, der Uterus ist hier viel zu klein) sich nicht scheuen, ihren Lesern vorzulegen. Nur wenn es wirklich starke fibröse ligg. pubo-vesico-uterina und sacro-uterina im Sinne von Thomas und Courty gäbe, könnte von solcher Axe die Rede sein. Da solche Befestigungen aber fehlen, und da es unbestrittene Thatsache ist, dass der Uterus seinen Ort im Becken ändern kann (z. B. von der Vagina aus nach jeder Richtung hin sich verschieben lässt), so ist jene Darstellung ebenso falsch wie irreleitend. (Beiläufig mache ich hier noch aufmerksam auf Thomas' Schema Fig. 145 und frage: was soll eine solche Figur?)

anderen Eingeweiden, Mastdarm (Claudius) oder Blase (Schultze) in dauerndem Contact stehe, oder aber frei und beweglich zwischen ihnen sich befinde in einer Gegend und einer Richtung, die sich einigermaassen an die Axe des Beckens hält.

Die letztere Ansicht, die ältere und allgemeinere, weil scheinbar die einfachste, bedarf nur der mässig festen und gespannten Befestigungsapparate, wie sie die Leiche zeigt, während Claudius und Schultze dauernden activen und doch nachgiebigen Anschluss nach einer bestimmten Seite hin annehmen müssen. Für ein solches Anheftungsmittel des Uterus an die Blase hält Schultze das Bindegewebe der vesico-vaginalen Fascientasche und den intraabdominalen Druck, während für die dauernde Anlegung des Uterus an den Mastdarm Claudius keine andere Ursache als nur den intraabdominalen Druck anführen kann.

Dieser intraabdominale Druck, der bei allen Betrachtungen über unser Thema eine so bedeutende Rolle spielt, ist ebenso wie die eigene Schwere des Uterus bereits oben erwähnt worden als einflussreich auf Lage und Lageänderungen desselben. Wir haben jetzt diese Wirkungsweise näher zu betrachten.

Der intraabdominale Druck entsteht aus der Schwere der Baucheingeweide und dem Druck, den die die Bauchhöhle umgebende Muskulatur auf den Inhalt ausübt oder ausüben kann. Es ergiebt sich also unmittelbar die bekannte Thatsache, dass dieser Druck an verschiedenen Orten der Bauchhöhle, zu verschiedenen Zeiten und bei verschiedenen Lagen des Körpers ein sehr verschiedener sein wird. Beim aufrechten Stehen ist der Druck im Becken relativ am bedeutendsten, er vermindert sich hier bei horizontaler Lage und vermag sogar zu einem negativen zu werden, wenn das Becken höher liegt als der obere Theil des Bauches und die Bauchmuskeln erschlafft sind. Denken wir uns nun zunächst einen dauernd gleichmässigen Druck der Bauchmuskulatur und die Bauchfellhöhle statt der Eingeweide von Flüssigkeit erfüllt, so muss auf jeder Stelle derselben jedesmaligen horizontalen Ebene derselbe gleich grosse Druck lasten. Ein nur etwas an

specifischer Schwere das Fluidum übertreffender Gegenstand muss in diesem Fluidum abwärts fallen, wenn er frei schwebte, er muss sich ganz oder theilweise senken oder neigen, wenn er irgendwie befestigt war und diese Befestigung ihm die betreffende Bewegung gestattet, mit einem Wort, die Verhältnisse sind genau dieselben wie in der freien Luft. Auf diese Weise würde der zum grössten Theil frei in die Bauchfellhöhle vorragende Uterus, sobald nur seine sämmtlichen Befestigungen die nöthige Nachgiebigkeit besitzen, bei aufrechter und vorüber geneigter Haltung an die vordere Beckenwand, bei liegender Stellung an die hintere Beckenwand sich nothwendig fest anlegen müssen[1]). Ebenso ist es auch klar, dass unter denselben Umständen es nur einer verhältnissmässig geringen Kraft bedarf, um einen so zu Boden gesunkenen Uterus aufzurichten.

Bei Anwendung dieser Darstellung auf die wirkliche Bauchhöhle ist eigentlich nur noch einem besonderen Umstande Rechnung zu tragen, dem Umstande nämlich, dass keine gleichmässige leicht bewegliche Flüssigkeit vorhanden ist, sondern Convolute von Därmen, die theils mit Fäcalmassen, theils mit Luft gefüllt oder leer sind, die theils sehr bewegliche, theils mehr mit einander zusammenhängende Schlingen bilden, welche übrigens bei der Leiche sich ohne Mühe aus dem Becken entfernen lassen und auch während des Lebens in Folge der peristaltischen Bewegungen und der abwechselnden Füllung

1) So wäre in der That das Verhalten, wenn wirklich der lebende Uterus specifisch schwerer als der flüssig d. h. vollständig beweglich gedachte Bauchinhalt wäre, was ziemlich allgemein angenommen zu sein scheint. Vgl. Beigel a. a. O. S. 106. Der Uterus an der Leiche ist aber (ob immer?), wie man sich überzeugen kann, specifisch leichter als Bauchflüssigkeit und Wasser. Ich beobachtete mehr als einmal an frischen Leichen, dass im cavum recto-uterinum, das keine Darmschlingen enthielt, eine ziemliche Menge Flüssigkeit war, auf der der Uterus schwamm. Entfernte man dieselbe, so sank er in die Claudius'sche Lage zurück; Eingiessen von Wasser in die Beckenhöhle stellte den früheren Zustand wieder her. — Ob nun der lebende Uterus (durch die Füllung der Gefässe) ein so bedeutend höheres specifisches Gewicht erlange, ist eine Frage, deren Beantwortung von Interesse ist.

und Leerung ganz gewiss fortwährend verschiedene und nicht unbedeutende Ortsveränderungen ausführen. Diese glatten und beweglichen Därme allein dürften dem durch Muskelzug oder seine Schwere bewegten Uterus nur einen gewissen wechselnden und unbestimmbaren Widerstand, nie aber ein stetes absolut unüberwindliches Hinderniss sein[1]). Wird dieser Widerstand doch ohne Mühe überwunden, wenn der Gynäkologe mit den Fingern oder der Sonde den Uterus willkührlich aus einer extremen Lage in eine andere bewegt!

Nach diesem Allen müssen wir den Satz aussprechen, dass der Uterus (seine Befestigung schlaff gedacht) durch den constanten intraabdominalen Druck allein in keiner einzigen Lage dauernd erhalten werden kann, sondern dass er nur in der jeweils anderweitig fest an der Beckenwand ihm angewiesenen Lage durch jenen Druck eine gewisse Sicherung erfährt.

Ich befinde mich hierbei in Widerspruch mit Anatomen und Gynäkologen: Nach Claudius wird der Uterus in der von ihm angenommenen Lage einzig und allein durch den intraabdominalen Druck gehalten; nach Sims, Beigel, Schröder[2]), Schultze unterstützt der von vorn und hinten gleichmässig wirkende Druck den Uterus in der Lage in der Axe des Beckens, während bei nach vorn oder hinten geneigtem

1) Auch hier ist es noch sehr die Frage, ob wirklich (Schultze a. a. O. S. 393) und wie weit leere oder gefüllte Darmschlingen specifisch leichter als der Uterus sind. Nur bei lufthaltigen Därmen ist diese Frage von vornherein entschieden, und so wäre es nicht nur möglich, sondern unter Umständen nothwendig, dass der in allen seinen Befestigungen beweglich gedachte Uterus durch die normalen Bewegungen und Veränderungen der Därme ebenfalls fortwährend Bewegungen ausführt. Wenn Claudius meint, dass dabei nothwendig störende und schmerzhafte Zerrungen die Folge sein müssten, so möchte ich gerade im Gegentheil glauben, dass ein beweglicher Uterus und seine Bänder weniger durch die Bewegungen der Därme gestört werde, als ein in starrer Weise mitten im Becken zwischen den sich bewegenden Därmen befestigter.

2) K. Schröder. Ueber Aetiologie etc. der Deviationen des Uterus nach vorn und hinten. Volckmann's Sammlung klinischer Vorträge Nr. 37, 1872.

Uterus der Druck vorwiegend auf die jedesmal nach oben sehende Seite gerichtet ist und den Uteruskörper mehr und mehr in der begonnenen Richtung hinabdrängt. Ich will zugeben, dass im einzelnen Fall einige sich darüber lagernde stark gefüllte und schwere Darmschlingen z. B. der flexura sigmoidea diesen Erfolg haben können, wenn an der andern Seite die Darmschlingen leer oder lufthaltig werden, aber schlechtweg dem constanten abdominalen Druck als solchem solche Wirkung zuzuschreiben, ist nicht möglich.

Bei Beurtheilung dieser vermeintlichen Wirkung scheinen manche Autoren öfters in Zweifel zu sein, in welcher genaueren Richtung eigentlich der intraabdominale Druck wirke, ob es die Beckenaxe oder die Senkrechte des Körpers sei. Die letztere Meinung scheint vorzuherrschen. So soll ja z. B. die Anteversion eine häufigere Erscheinung sein als die Retroversion, weil die „normale“ Lage des Uterus in der Beckenaxe schon eine leichte Anteversion darstelle und der intraabdominale Druck also von vornherein vorwiegend die hintere Fläche des Uterus angreife.

Etwas anders verhält sich die Sache schon, wenn wir den Einfluss betrachten, den ein Wechseln des abdominalen Druckes, also z. B. der regelmässig wiederkehrende Inspirationsdruck in der Bauchhöhle, oder der durch willkührliches Drängen und Pressen u. s. w., sowie durch Zusammenschnüren des Bauches erzeugte stärkere Druck auf die Lage oder Lageänderung eines sonst nachgiebig befestigten Uterus ausüben können. Hier würde in der That, wenn wir den Beckenboden uns zunächst unbeweglich und als Bauchinhalt wiederum eine gleichmässig bewegliche Flüssigkeit denken, der Uterus eine geringe — aber auch nur eine sehr geringe — Bewegung nach der weniger belasteten Seite hin machen, um aber auch sogleich wieder bei der negativen Druckschwankung in die frühere Stellung zurückzukehren. Die Anwesenheit von Därmen anstatt der Flüssigkeit würde in dieser äusserst geringen Bewegung wenig im positiven oder negativen Sinne ändern können.

Wesentlich verändert aber erscheint freilich der Vorgang, wenn wir den Einfluss des beweglichen Beckenbodens berück-

sichtigen der sich bekanntlich bei jeder Zunahme des abdominalen Drucks etwas herabwölbt (hervordrängt), es sei denn dass absichtliche ausreichende Contractionen des Afterhebers dem entgegentreten. Bei jedem zunehmenden Druck geschieht für gewöhnlich in der Beckenhöhle in der That ein wirkliches Fortbewegen des beweglichen Inhalts, also namentlich der Därme in der Richtung des geringsten Wiederstandes und dieser befindet sich ja an der untern Beckenöffnung. Es ist bekannt, dass der Uteru sbei jeder Zunahme des intraabdominalen Druckes (z. B. durch Drängen, Schnüren u. s. w.) tiefer im Becken hinabsinkt; er soll sogar regelmässig mit den Athembewegungen deutlich auf- und absteigen.[1]) Dabei würde sich jedesmal auch der Uterus nach der Seite etwas mehr hinüberneigen, die den andringenden Därmen abgewandt ist und bei ihnen die kleinste Angriffsfläche bietet.

Aber auch hier wird die Sache wieder dadurch complicirter, dass der bewegliche Beckenboden durchaus nicht eine überall gleichmässige Nachgiebigkeit besitzt und dass der Uterus auf diesem Beckenboden angeheftet ist. So wäre es z. B. denkbar, dass ein auf eine ziemlich geleerte Blase vollständig herabgesenkter horizontal liegender Uterus, geradezu aufge-

1) Nach Thomas soll man bei gynäkologischen Untersuchungen aus diesen Bewegungen des Uterus einfach und sicher auf den Zustand der Respiration während der Narkose schliessen können

Ist dieses Verhalten ein allgemeines, so ist es ein wichtiger und bis jetzt fast ganz übersehener Beweis für die regelmässige Theilnahme des Zwerchfelles an der Respiration auch beim Weibe, denn durch die einfache Oberrippenrespiration kann nie ein Druck auf den Bauchinhalt ausgeübt werden.

Henle (a. a O. Aufl. 2. S. 473) sagt: „Geschähe die Inspiration, wie beim Manne, durch Herabsteigen des Zwerchfelles, womit nothwendig (?) ein Vortreten der vorderen Bauchwand verbunden ist, so müsste der Uterus die Athembewegungen in Form eines Vor- und Rückwärtsschwankens mitmachen.“ Letzteres bestreite ich, denn weshalb sollen die tief gelegenen Beckeneingeweide der Bewegung der Bauchwand folgen? Auch kann bei Zwerchfellcontractionen ein Vortreten der vorderen Bauchwand sehr wohl fehlen, indem die ausgleichende Raumerweiterung durch das eben besprochene Herabsinken des Beckenbodens geschieht.

richtet wird, indem die andringenden Därme im Boden des Douglas'schen Raumes den geringsten Widerstand finden, denselben nach abwärts drängen, den hinteren Theil des Mutterhalses mitziehen und, da der vordere Theil desselben an der Blase einen festeren Anhaltspunkt findet, den Uterus etwas aufrichten, worauf dann Eingeweide in den nun zwischen ihm und der Blase eröffneten Raum eindringen können und einem weiteren Aufrichten nun Nichts mehr entgegensteht.

Es kann das um so eher geschehen, da selbst bei der stärksten Anteversion des Uterus ausser der hintern Fläche doch auch noch die ganze Wölbung seines Grundes den Därmen zugewandt ist. Umgekehrt wird ein retrovertirter Uterus aufgerichtet werden können, indem der vor ihm gelegene Theil des Beckenbodens dem intraabdominalen Drucke nach abwärts ausweicht und nun den Uterus an seiner vorderen Seite abwärts zieht. (s. z. B. Schultze u. s. w. Fig. 11. — Weshalb soll aber in der Fig. 12 der intraabdominale Druck den retroflectirten Uteruskörper nach vorn und nicht nach hinten drängen? Vielleicht bloss, weil er vor der Senkrechten liegt?)

Ob dergleichen und wie weit es in Wirklichkeit geschehen kann, will ich vorläufig dahin gestellt sein lassen. Doch möchte ich glauben, dass, wenn Lageänderungen des Uterus bei einer Veränderung des intraabdominalen Druckes beobachtet werden, sie wesentlich nur auf die zuletzt angegebene Weise zu Stande kommen.

Das sind meine Ansichten über die Bedeutung von Schwere und intraabdominalem Druck; doch muss ich noch einmal hervorheben, dass ich bei diesen Betrachtungen die übrigen Befestigungen des Uterus alle als schlaff und nachgiebig angenommen habe, was im Leben nicht der Fall ist.

Untersuchen wir jetzt den Einfluss der im Anfang bereits einzeln besprochenen Befestigungen des Uterus! Was zunächst den Boden des Beckens anlangt, auf dem dann Blase, Uterus und Mastdarm gelagert sind, so wird dieser wesentlich eben durch den von der Beckenfascie bedeckten M. levator ani gebildet, der von dem Endstück des Mastdarms durchbrochen ist.

Zwischen Mastdarm und Symphyse, von den vordern (medialen) Rändern der beiderseitigen Muskeln begrenzt, befindet sich jedoch ein Längsschlitz, der äusserlich von der Vulva eingenommen wird. Hier würde, abgesehen von andern Befestigungen, der schwächste Ort des Beckenbodens, gewissermaassen eine Bruchpforte sein, wenn nicht gerade darüber und in grösserer Ausdehnung sich ein Complex von relativ straffem, festem und vasculösem Gewebe befände (septum recto-vaginale und urethro-vaginale), welches nach vorn, nach hinten und nach den Seiten seine Befestigung namentlich durch die Fascie erhält.

So bilden diese Theile (wie es ja z. B. von dem darauf liegenden trigonum der Blase bekannt ist und allgemein angenommen wird) ein nur wenig der Bewegung unterworfenes Ganzes, gegen welches in vor- und aufwärts gehender Richtung der M. levator ani einen Druck ausüben kann.

Ueber dem so beschaffenen relativ festen Boden des Beckens[1]) sind nun Blase, oberer Theil der Scheide mit Uterus und Mastdarm gelagert, unter sich und von den Beckenwänden getrennt und zugleich verbunden durch vier von lockerem Zellgewebe ausgefüllte an den Seiten zusammenfliessende Taschen der Beckenfascie.

Die Scheide ist für gewöhnlich geschlossen,[2]) vordere und hintere Wand berühren sich, indem der Zug des levator ani von hinten her durch den Mastdarm der innere Bauchdruck von vorn her durch die Blase auf sie einwirken. Der unterste Theil des Mastdarms, der abgesehen von einem absichtlichen, so zu sagen künstlichen Zurückhalten der faeces wenigstens bis zu der bekannten Falte normaler Weise wohl meistens leer ist, ist deshalb nicht nothwendig eng contrahirt zu denken, wie es bei den übrigen Därmen im leeren Zustande für gewöhnlich

1) Thomas (a. a. O. S. 370) beschreibt in dieser Gegend, freilich in ganz anderer Bedeutung, ein „Beckendach.“ Doch sind seine Worte nicht recht verständlich.

2) Es ist unbegreiflich, wie Hoffmann, Beigel, Thomas (Fig. 157 u. 58) die Scheide noch immer als ein weit klaffendes Rohr darstellen können.

der Fall ist, sondern bewahrt auch so von vorn nach hinten wenigstens ein weites Lumen, das sich namentlich aber über dem After häufig zu einer bedeutenden Ausbuchtung der vorderen Wand gestaltet. Auch diese Erscheinung ist vielleicht eine Wirkung des Afterhebers. Jedenfalls wird auf diese Weise eine Unterstützung und Sicherung für die vordere Wand des Mastdarms und zugleich für die sich an sie anschmie-gende Scheide gegeben, so dass es in dieser Beziehung wenigstens nicht ganz unbegründet ist, wenn man gesagt hat (Dupuytren), die Scheide wäre der Träger (gewissermassen der Stiel) des Uterus (vergl. Hyrtl a. a. O. S. 193. Thomas a. a. S. 271).

Jedenfalls folgt aus diesen Umständen, dass der oberste Theil der Scheide gewöhnlich rück- und aufwärts gerichtet ist, oder bei mehr contrahirtem Darm sich mehr der horizontalen Richtung nähert.

Um die Vorstellung zu vereinfachen, können wir jetzt ohne allzu grossen Fehler annehmen, dass die Theile des Beckeninhalts, die unter einer Linie liegen, die etwa von dem obern Rande der Symphyse nach dem untern Ende des Kreuzbeins gezogen wird, eine einigermaassen constante Lagerung einnehmen (die nur zur Zeit der Defäcation und einer starken Bauchpresse wesentlich verändert wird.)

Von den drei darüberliegenden Eingeweiden besitzt nur der Uterus eine im Allgemeinen bleibende Grösse und Form, während diese bei der Blase und dem Mastdarm in weitem Maassstabe wechseln. Hier ist es nun gerade, wo die verschiedensten Verlagerungen des Uterus innerhalb der Norm denkbar sind. Gehen wir (es sei nochmals wiederholt, ganz abgesehen von allen anderen Befestigungen) von Verhältnissen aus, bei denen die Ansichten Aller übereinstimmen und auch kaum Zweifel möglich sein können, so setzen wir zunächst den Fall, dass Blase und Mastdarm beide in mässigem Grade gefüllt sind. Die Blase stösst dann an die vordere, der Mastdarm an die hintere Beckenwand, und zwischen beiden liegt der Uterus in schräge, vor- und aufwärts gerichteter Lage eingeklemmt; weder vor ihm noch hinter ihm befinden sich Därme. Der Uterus nimmt jetzt eine relativ, aber nicht absolut be-

stimmte Stelle in der Beckenhöhle ein, d. h. eine überwiegende Ausdehnung der Blase drängt ihn mehr nach hinten, eine überwiegende Ausdehnung dss Mastdarms mehr nach vorn hinüber. Hindernisse für diese geringen Excursionen in den verschiedenen Bändern und Muskeln zu suchen, liegt nicht die geringste Veranlassung vor. Die breiten Bänder befinden sich so gerade im schlaffsten Zustande, denn der Uterus liegt fast genau in der durch ihre Anheftungslinie gelegten Fläche[1]). Höchstens vermöchte durch die Muskeln der runden Bänder und der Douglas'schen Falten ein leichter Druck in später zu besprechender Richtung ausgeübt werden. Betrachten wir übrigens die Verschiebungen, die auch so in angegebener Weise von vorn und hinten her der Uterus erleiden kann, so werden wir schon hier, wie überhaupt später, zweierlei streng unterscheiden müssen: Der Uterus vermag bei seinen Bewegungen den Winkel zu verändern, den seine Längsaxe mit der horizontalen oder einer andern in einer Sagittalebene liegenden Linie macht, während ein bestimmter Punkt desselben, z. B. der innere Muttermund, seinen bestimmten Ort im Becken nicht verlässt, oder umgekehrt, der Neigungswinkel des Uterus kann derselbe bleiben, aber der ganze Uterus erleidet eine Verschiebung im Beckenraum nach hinten oder vorn[2]), nach oben oder unten, oder aber drittens er verändert seine Lage und Richtung gleichzeitig. Diese Ausführungen scheinen sehr unnöthig und selbstverständlich, ich konnte sie aber nicht unterlassen, da von verschiedenen Gynäkologen bei der Lehre von den Neigungen des Uterus die Lageveränderungen desselben in einer solchen schematischen Weise behandelt werden, dass dadurch den anatomischen Verhältnissen geradezu Hohn gesprochen wird (vgl. Sims, Beigel, Thomas.)

Ist nun also der Uterus zwischen gefüllter Blase und Mastdarm gelegen, so würde er zunächst in Lage und Richtung einige Aenderung erleiden können, je nach der Stärke der Füllung und der gleichmässigen oder ungleichmässigen Ver-

---

1) Vgl. die Abbildung Fig. I.

2) Man gebraucht bereits hierfür die Bezeichnungen Ante- und Retroposition.

theilung der Kothsäule. Dass wirklich der Uterus den Bewegungen der vordern Darmwand folge ist wahrscheinlich; ein Hinderniss könnte doch nur für die Bewegung oder Neigung nach hinten in den runden Bändern liegen. Dass der Uterus bei starker Ausdehnung des Mastdarms die hintere Wand der gefüllten Blase eindrücke, darf angenommen werden, wie auch umgekehrt bei einer sehr prall gefüllten Blase der Uterus die Höhlung des durch Koth ausgedehnten Mastdarms ansehnlich einzudrücken im Stande sein dürfte.[1])

Veränderungen in Richtung und Lage des Uterus können möglicherweise auch noch auf andere Weise von der vollen Blase aus ausgeübt werden, indem bei etwas stärkerer oder geringerer Füllung durch das verbindende und gespannte Bauchfell ein Zug auf den Uterus ausgeübt werden kann und derselbe bei straff gefüllter Blase mehr wie sonst an dieselbe angeheftet erscheint.

Mögen sich nun die Verhältnisse im einzelnen Falle gestalten, wie sie wollen, dass muss daraus klar werden, dass bei voller Blase und Mastdarm (und es bedarf hierzu nur einer mässigen Füllung) der Uterus in Lage und Richtung innerhalb der Norm einigermaassen schwankt, so dass von einer ganz bestimmten „normalen Lage“ in dem Sinne mancher Autoren durchaus nicht die Rede sein kann. Was nützt es also, mit Sims und Thomas[2]) zu behaupten, dass der Uterus normaler Weise in der Beckenaxe d. i. in einer Linie vom Ende des Steissbeins nach dem Nabel gelegen ist, wenn gleich nachher zugegeben werden muss, dass es auch anders sein kann, und dass relativ bedeutende Abweichungen (Sims nennt solche von 25—30°!) noch keinen pathologischen Zustand bezeichnen? —

Was nützt es, eine einzelne Durchschnittszeichnung, bei der meistens eben Blase und Mastdarm gefüllt sind, dem Leser vorzuführen, und ohne Weiteres darunter zu schreiben: „normale Lage des Uterus“? An der Hand einer solchen Abbildung muss der Leser dann versuchen, alle pathologischen Lageverän-

1) Beide Annahmen habe ich vor kurzer Zeit durch directe Beobachtungen an der Leiche bestätigen können.

2) Sims S. 182. — Thomas S. 296.

derungen zu verfolgen. Spreche man es doch geradezu aus, dass es keine normale, sondern höchstens eine mittlere Lage gebe.

Die grössten Schwierigkeiten bieten sich aber, wenn wir jetzt fragen, welche Lage der Uterus einnimmt, wenn Blase und Mastdarm geleert sind. Sind auch dann noch verschiedene Lagen innerhalb der Norm möglich, oder giebt es dann nur eine einzige bestimmte Lagerung, in der der Uterus, wenn ungewöhnliche Einflüsse fehlen, stets verharren muss? —

Bei Beantwortung dieser Frage sehn wir zunächst wieder ab von dem etwaigen Einflusse der bekannten Bänder und ihrer Muskeln und berücksichtigen nur die Verhältnisse, wie sie auf Medianschnitten sich uns darstellen.

Nehmen wir wieder das unbestrittene Verhalten bei voller Blase und Mastdarm zum Ausgangspunkte und denken uns nun dass die Blase sich entleert, ihre Wände also zusammensinken und sich contrahiren. Welchen Einfluss übt sie denn auf den Uterus ans in Folge ihrer Verwechslung mit demselben?

Diese Frage ist vorläufig noch nicht vollständig zu beantworten, und das besonders aus dem einfachen Grunde, weil wir über Form und Lage der Blase, namentlich der weiblichen Blase, noch viel zu wenig wissen.

Es verhält sich hiermit gerade so wie mit dem Uterus. Wie unzählige Operationen sind schon an der Blase gemacht worden, wie oft ist ihre Anatomie schon abgehandelt worden — und doch ist unsere Kenntniss über Form und Lage und die Veränderungen bei ihrer Füllung und Leerung noch eine recht ungenügende. Man vergleiche nur einmal was Hyrtl, Luschka, Henle und Hoffmann hierüber schreiben, und sehe mit Aufmerksamkeit die vorhandenen Abbildungen und etwaige selbst gemachte Schnitte an — man wird mit mir übereinstimmen. Lassen wir es deshalb dahingestellt sein, ob die contrahirte Blase stets als eine citronenartige feste Masse sich der Symphyse anschmiege, oder ob sie im Durchschnitt mehr dreieckig scheine mit horizontalliegender Hypothenuse, oder ob sie andere Formen annehme, — auf jeden Fall wird bei der Entleerung der dem Uterushals anliegende Theil der Blasenwand vorwärts, der dem Uteruskörper zugewandte Theil abwärts streben und ziehen.

Würde die Verwachsung zwischen Blase und Uterus eine feste sein, so müsste in der That der Uterus der sich contrahirenden Wand unmittelbar folgen und schliesslich mehr oder weniger horizontal auf der Blase zu liegen streben, oder, wenn der Uterus stehn bleibt, so könnte die Blase sich nicht anders in sich selbst zusammenziehen, als wenn sie sich ganz von der Symphyse loslöste, oder sie müsste schon sich leeren, indem sie von oben napfförmig, also passiv eingedrückt würde.

Die erste Annahme, dass der Uterus in Folge einer festen Verwachsung stets den Bewegungen der hinteren Blasenwand folge, bildet, wie oben schon erwähnt, die Grundlage, auf der B. Schultze eine neue Lehre von den Versionen und Flexionen und von der normalen starken Anteversion des Uterus aufbaut. Von anatomischer Seite, das kann keine Frage sein, ist jene angenommene Grundlage nicht zu unterstützen, denn für den Anatomen ist durch das Zellgewebe sowohl wie durch den Uebertritt des Bauchfells stets nur eine lockere, eine gegenseitige Verschiebung der beiden Theile gestattende, ja man darf sagen, auf ihre Verschiebung berechnete Verbindung vorhanden. Noch directer aber dürfte gegen Schultze der Umstand sprechen, dass solche Bilder, wie er sie vorführt, in der Natur noch gar nicht, oder nur in höchst seltenen Fällen beobachtet wurden[1]). Die Umschlagsstelle des Bauchfells[2]) erreicht eine solche Höhe eben nur, wenn sie durch starke Blasenfüllung so hoch hinaufgezerrt wurde; fast auf allen Durchschnitten mit leeren oder wenig gefüllten Blasen reicht der seröse Ueberzug auf den Hals hinab. Das sind Verhältnisse, die sich nicht wesentlich nach dem Tode ändern werden.

Und weiter! Es liegen auch Durchschnitte vor, auf denen die Blasen leer sind, die dabei aber nur einen ganz kleinen Theil ihrer Wand dem Uterus zugewendet haben und

---

1) Die Gestalt und andere Verhältnisse der Blase auf Schultze's Abbildungen, auf die ich hier nicht weiter eingehen will, sind zu sehr geeignet, Misstrauen zu erwecken. — Der Uterus ist auf vielen Abbildungen länger als es die Norm ist; in Fig. 10 z. B. ragt er deshalb auch viel zu weit über den Beckeneingang hinaus.

2) Auf Fig. 8 hat sogar an der vordern Seite fast nur der fundus einen serösen Ueberzug.

dieser Theil ist durch eine breite Zellstoffschicht von demselben geschieden[1]). Das sind wiederum Verhältnisse, die sich schwerlich einfach als Leichenerscheinungen abthun und übergehen lassen, oder die es verdienen, einfach als Ausnahmen angesehen zu werden.

Diesen so eben ausgesprochenen anatomischen Zweifeln an der Richtigkeit von Schultze's Annahme würden nun freilich die von demselben erlangten gynäkologischen Resultate vollständig die Waage halten. Denn für einen in der manuellen Untersuchung geübten und gewandten Gynäkologen dürfte es doch nicht schwer sein[2]), eine solche horizontale Lage des Uterus zu constatiren, wie es denn überhaupt dem Anatomen gar zu leicht scheinen will, dass die Entscheidung der ganzen Frage einfach in die Hände des Gynäkologen zu legen sei. Aber die Sache muss doch durchaus nicht so einfach sein, da wir zu unserem Erstaunen sehen müssen, dass unter namhaften Gynäkologen die Frage nach der Lage des Uterus noch heute gänzlich verschieden beantwortet wird und Schultze selbst von dieser Seite her bereits energischen Widerspruch erfuhr[3]). Wem soll man da folgen? Und wenn über solche Hauptsachen die Meinungen so entgegengesetzt sein können, wie soll sich da der Anatom zu andern gynäkologischen Resultaten verhalten, die er so gerne und so dankbar annimmt,

---

1) Vgl. Fig. III und: Le Gendre l. c. XVIII & XIX.

2) Vgl. z. B. Thomas a. a. O. S. 50, wonach schon die Untersuchung der portio vaginalis so genau Auskunft über die Richtung der Uterushöhle geben soll, dass die danach gebogene Sonde ohne Schwierigkeit und Schmerzen eindringt.

3) z. B. Beigel a. a. O. S. 106: „eine solche normale Position, wie sie Bernhard Schultze beschreibt und abbildet, kommt bei einem gesunden Weibe ganz entschieden nicht vor, und es kann diese Beobachtung gewiss nur auf einem Irrthum beruhen."

Während von vielen Praktikern die Uterussonde als ein wichtiges diagnostisches Hülfsmittel angesehen wird, sagt Schultze (a. a. O. S. 376) geradezu, dass sie werthlos und irreleitend sei, wenn man mit ihrer Hülfe eine Lage- der Gestaltveränderung oder frei beweglichen Gebärmutter erkennen wolle, weil dieselbe sich der durch die Sonde gegebenen Richtung stets anpasse.

um mit ihrer Hülfe aus seinen Erfahrungen ein Bild des lebenden Körpers entwerfen zu können? —

Um zu dem Einflusse der contrahirten Blase zurückzukehren, so halte ich es also durchaus nicht für erwiesen, dass der Uterus durch sie jedesmal anteflectirt oder antevertirt werde; im Gegentheil ich glaube, dass die Blase fast vollständig unabhängig vom Uterus sich contrahire, ja sogar, dass sie dieses noch vermag, wenn der Uterus bedeutend weiter im Becken zurückliegt, als es bisher angenommen wurde, nämlich in der Axe etwa. In diesem Falle zeigt die Blase einen grossen sagittalen Durchmesser, und in derselben Richtung ist auch der Zellstoff zwischen Blase und Uterus ausgedehnt, der jetzt nur dem untern Theil des Halses anliegt. (Fig. III.)

Gehen wir wieder zurück auf das Becken mit voller Blase und Mastdarm und denken uns nun bei gefüllt bleibender Blase eine Entleerung und Contraction des Mastdarms (mit Ausnahme des untersten Theils, der übrigens hier keine Bedeutung hat), so könnte der Uterus sehr wohl in Folge der oben erwähnten Verhältnisse nach hinten rücken und sinken und dann also die Claudius'sche Lage annehmen. Es würde aber auch in den vorläufig hier betrachteten Befestigungen kein wesentliches Hinderniss liegen, ihm die Anlagerung an die Blase, also ein Beharren in der Axe des Beckens zu wehren. Denn auch an der hintern Seite des Halses findet sich die grösste Nachgiebigkeit in dem Zellgewebe und dem in eine oder mehrere Falten gelegten Bauchfell. Besonders zu erwähnen ist noch, dass auch die Scheide ja nachgiebig ist, so dass weder die Versionen in den Scheidengewölben, noch auch die Vor- und Rückwärtsbewegungen des oberen Theils der Scheide irgend ein wesentliches Hinderniss finden dürften.

Das Resultat ist also, dass die Befestigungen, die der Uterus durch seinen Hals, vermittelst Muskelhaut, Schleimhaut, Fascie, Zellstoff und Bauchfell mit Blase, Scheide und Mastdarm eingeht, an und für sich keine Nöthigung bedingen zur Annahme und Beibehaltung irgend einer bestimmten auch nur relativen Stellung.

Wir wenden uns zur Betrachtung der Wirkung der Bänder und Muskeln, die zum Uterus gehen (wobei übrigens von jeder seitlichen Bewegung desselben abgesehen werden soll).

Die breiten Mutterbänder finden gewöhnlich ihre seitliche Befestigung in der oben bezeichneten Linie, die auf Fig. I. und II. in ihrem Verhalten zur Medianebene eingetragen ist[1]). Daraus ergiebt sich, dass, wenn es straff gespannt ist, der Uterus ungefähr in der Axe des Beckens liegen muss, es ergiebt sich aber auch ferner, dass nur eine geringe Nachgiebigkeit oder Schlaffheit derselben vorhanden zu sein braucht, um dem Körper des Uterus ansehnliche Bewegungen nach vorn und hinten (sowie auch nach unten und oben) zu gestatten.

Auch bei der Claudius'schen Lage muss dieses Band eine bedeutende Schlaffheit besitzen, die den Uterus in dieser Lage nur vor Lateralversionen schützen würde. Da in's breite Band nur unbedeutende Muskelfasern ausstrahlen, so ist eine wesentlich stärkere Spannung während des Lebens wohl schwerlich anzunehmen.

Für die runden Mutterbänder sind die beiden Angriffspunkte (Körper des Uterus und Bauchöffnung des Leistenkanals) ebenfalls auf Fig. I. angedeutet.

Dabei ist freilich zu bemerken, dass der Verlauf derselben kein gestreckter ist, sondern in gewissem Grade durch das darüber gespannte Bauchfell zu einer krummen Linie nach hinten und oben ausgebuchtet wird, wodurch der Punkt weiter nach dieser Richtung verlegt werden würde. Denken wir uns nun die Muskeln der runden Bänder[2]) stark contrahirt, so wür-

---

1) Beiläufig sei hier bemerkt, dass es in den anatomischen Werken fast ganz an guten Abbildungen der medialen Seite des mediandurchsägten Beckens fehlt, Abbildungen, die für unsere Betrachtungen gerade sehr nothwendige Unterstützung bieten. Ich finde solche nur bei Aeby (Fig. 117 B; sie ist zu wenig genau und normal). Bei Rüdinger (a. a. O. Taf. VIII. B. und am Besten) bei Quain-Hofmann (Lehrbuch der Anatomie I. Fig. 93).

2) Es soll auch quergestreifte Muskulatur in den runden Bändern vorhanden sein. Vgl. Schiff. das. lig. uteri rot. in Stricker's medic. Jahrbücher 1872. S. 247.

den wir den Uterus so gelagert haben, dass seine Axe höchstens ca. 30°) von der Beckenaxe nach vorn abweicht.

Ist diese Annahme richtig, so würden diese Muskeln also auch stets bestrebt sein, den Uterus aus Schultze's Normalstellung einigermaassen aufzurichten.[1])

Was endlich die in den Douglas'schen Falten enthaltenen Muskelzüge angeht, so hat man dieselben meiner Meinung nach meistens falsch beurtheilt. Wenn sie wirklich constant in der von ihrem Entdecker Luschka angegebenen Weise, d. i. also bis in die Gegend des ersten und zweiten Kreuzwirbels verlaufen, (eigne Erfahrungen darüber konnte ich noch nicht machen). Wenn die Douglas'schen Falten aber ihr Dasein nur der darunter liegenden Muskulatur verdanken, so dürfte diese keine ganz bestimmte Richtung haben, (s. oben), dann dürfte der Name „M. retractor uteri" nicht ganz correct sein.

Ein Blick auf Fig. I. und II. zeigt, dass ihre Zugrichtung ungefähr gerade nach oben, nur ein ganz wenig nach hinten geht. Anstatt ihn zurückzuziehn[2]), dürften sie daher geradezu

1) Hyrtl a. a. O. S. 195 sagt: „Die runden Mutterbänder können nicht als belangreiche Befestigungsmittel der Gebärmutter gelten, da sie nicht gerade gespannt sind u. s. w. . . . „sie bestimmen die Neigung des Uterus gegen dic vordere Bauchwand und wirken seiner Retroversion entgegen."

2) „Ein Zurückziehen" im Sinne einer Bewegung gegen die „hintere Beckenwand" schlechtweg, d. h. also das Kreuzbein, findet freilich statt, aber wir haben doch allen Grund, uns mit voller Strenge an die Bezeichnungen zu halten, die das in natürliche (normale) Neigung gebrachte Becken fordert.

Auch bei dieser Gelegenheit kann ich nicht umhin, die Ansicht auszusprechen, dass bei anatomischen Abbildungen Naturtreue in jeder Beziehung doch eine Hauptsache sein sollte, und doch bei wie vielen Medianschnitten des Beckens ist dieses nicht nach der richtigen (der mittleren, wenn es nicht möglich war, die individuelle zu bestimmen) Neigung hingestellt! Dass aber bei Betrachtungen wie die gegenwärtigen sind, dadurch die Benutzung solcher Abbildungen unendlich erleichtert wird, liegt auf der Hand. — Wenn Beigel Fig. 65 als „Schema des Beckens" ein Becken darstellt, bei dem die Sitzhöcker und die Spitze des Steissbeins in einer Ebene liegen, so ist das (da weitere Abbildungen des Beckens fehlen) sehr tadelnswerth oder mindestens überflüssig.

seinen Körper bez. Fundus nach vorn bewegen können, während ihre Hauptbedeutung vielleicht mehr in dem hebenden Zuge liegt, den sie auf die hintere Seite des Uterus und das hintere Scheidengewölbe ausüben.[1])

Beide Muskelringe unterstützen sich also in gewisser Beziehung und streben den Uterus in eine Lage zu bringen, bei der seine Axe etwas aus der Bekenaxe nach vorn geneigt erscheint. Man könnte auch wohl die Vorstellung haben, dass die Muskeln der runden Bänder der Wirkung einer zu stark ausgedehnten Blase, die Muskeln der Douglas'schen Falte der Wirkung eines zu stark ausgedehnten oder vielmehr eines nach abwärts drängenden Mastdarms entgegen zu streben hätten. (S. auch Schultze a. a. O. S. 393 und S. 402—403.)

Soviel über die Wirkungen dieser Bänder und den Erfolg, den ihre Muskelzüge haben müssen, wenn sie kräftig zur Geltung kommen.

Eine weitere erfolgreiche Untersuchung würde nun vor allen Dingen die Frage zu stellen haben, ob, wann und wie weit die genannten zweierlei Muskelzüge nun wirklich während des Lebens thätigen Einfluss auf Sicherung oder Veränderung der Lage des Uterus ausüben können. Wir sind hier also ganz auf die Erfahrungen der Gynäkologen angewiesen, bekommen leider aber von ihnen nur wenig sicheren Aufschluss. Während fast Alle, die von den Lageänderungen des Uterus sprechen, zur Erklärung der beobachteten Erscheinungen die genannten Muskeln und ihre Wirkungen zu Hülfe nehmen, finde ich nur ganz vereinzelt erwähnt, dass wirklich eine Contraction bez. Erschlaffung dieser Muskelzüge direct beobachtet worden sei.[2])

In dieser Beziehung führe ich namentlich B. Schultze (a. a. O. S. 380—381) an. Derselbe erwähnt, dass jene Muskelzüge sich gleichzeitig und auf dieselben Reize mit dem Uterus contrahiren, dass bei Wöchnerinnen der sich contrahirende

1) Courty S. 31 sagt ganz richtig: „ce sont eux, qui empêchent le col de la matrice de s'abaisser“, während sie ihm zugleich die charakteristische bedeutende Beweglichkeit belassen.

2) Es ist dieses einer der Fälle auf die sich mein oben geäusserter Vorwurf bezieht.

Uterus sich mit einiger Kraft in Anteversion stelle und fast unbeweglich („durch die gleichzeitige Action der genannten Muskeln") so gehalten werde. Die Fixirung des Uterus durch die Nachwehe ist eine sehr bedeutende, „die contrahirten Ligg. rotunda können von den Bauchdecken her, die contrahirten rectractores uteri vom Rectum aus gefühlt werden. Mit dem Nachlass der Wehe erhält der Uterus sogleich wieder seine volle Beweglichkeit." — Auch der nicht puerperale Uterus soll sich nach Schultze öfters unter der palpirenden Hand fühlbar contrahiren und antevertiren, aber nach einiger Zeit wieder erschlaffen und in die alte Stellung zurücksinken, worauf man die ligg. rotunda und Douglasii wieder schlaff finde. Wenn derselbe Autor bei retrovertirtem Uterus Secale cornutum injicirte, hielt die dadurch erregte Spannung der ligamenta rotunda in seltenen Fällen 24 Stunden an. Langsamer auftretende aber anhaltendere Wirkung für Retention des früher retrovertirten Uterus ergab sich durch Anwendung kalter Klystiere.

Schultze hat also die genannten Bänder bald schlaff, bald straff gefühlt, und zwar letzteres namentlich, wenn der Uterus durch Palpation oder andere Mittel zur Contraction angeregt wurde; als Erfolg dieser Contraction wurde eine Anteversion beobachtet.

Damit wäre die Wirkung, die man von den runden Bändern erwarten konnte und musste, wirklich nachgewiesen und es wäre wohl erwünscht, wenn die Gynäkologen uns noch mehr Beobachtungen darüber mittheilen möchten.

Was dagegen die Deutung der straff gewordenen plicae Douglasii betrifft, so kann ich nicht umhin, energisch darauf hinzuweisen, wie schwach doch eigentlich die Muskulatur derselben ist, und wie wenig dieselbe irgend feste Anhaltspunkte am hintern Ende gewinnt. Alle und jede Wirkung will ich ihnen durchaus nicht absprechen, aber ich kann nicht glauben, dass sie (Schultze) eins der wichtigsten Mittel sind, den Uterus in seiner mittleren Lage zu erhalten, oder das reponirte Organ vor der Rückkehr in die Retroversio zu bewahren. Sind die Douglas'schen Falten in einem bestimmten Falle

straff, so können sie es auch durch irgendwie entstandene Zerrung sehr wohl geworden sein, dass sie eine solche Straffheit aber einfach nur durch die Contraction der eingeschlossenen Muskeln erlangen, bedarf wohl noch genaueren Beweises.

Immer aber und auf jeden Fall bewirken sie eine der Senkrechten mehr oder minder sich nähernde Erhebung des hintern Scheidengewölbes und der hintern Fläche des Uterushalses.

Nehmen wir aber eine dauernde Thätigkeit der runden Bänder allein oder zusammen mit dem Muskel der Douglas-schen Falten an, so muss nothwendig auch der Uterus sich constant der hintern Blasenwand anschliessen.

Anderseits ist es auch klar, dass eine starke Anteversion den Uterus so lagern muss, dass die Endpunkte jener Ligamente einander genähert werden und dieselben also verkürzt oder erschlafft erscheinen, während mit einer Retroversion höheren Grades eine Verlängerung oder ein Straffziehn derselben verbunden sein muss. Ob dieses jedoch eine primäre oder secundäre Erscheinung ist, bleibt eine andere Frage.

Fragen wir nun noch einmal, welche etwaige weitere Auskunft wir durch directe Untersuchungen an der Lebenden erhalten haben, so ist namentlich anzuführen, was Beigel (a. a. O. S. 11) mittheilt, der eigens 84 an den Genitalien gesunde Frauen untersuchte, um zu erfahren, ob Claudius Recht habe. Es gelang ihm nicht ein einziges Mal, Darmschlingen in dem Douglas'schen Raum zu fühlen. Auch bei einer grossen Zahl von Patientinnen, die wegen Erkrankung in der Genitalsphäre untersucht wurden, wurde nur selten eine Darmschlinge gefunden. Beigel bemerkt dabei, dass die Exploration des Douglas'schen Raumes „sehr leicht und genau" per vaginam ausgeführt werden kann, so dass der zufühlende Finger nicht nur eine Darmschlinge, sondern auch ein Ovarium u. s. w. fühlen könne.

Dagegen muss ich mir die Bemerkung erlauben, dass in dem eigentlichen Douglas'schen Raume (in dem oben angeführten engern Begriffe) wegen seiner geringen Ausdehnung wohl überhaupt selten eine Darmschlinge sich lagert und dass sie sich unter Umständen auch wohl weit schwerer erkennen lässt,

als ein „hineingelöthetes“ Ovarium.[1]) Was endlich Darmschlingen in der excavatio recto-uterina angeht, so lässt sich deren Dasein wohl vom rectum, aber nicht immer von der Vagina aus so sicher constatiren.

Meine „Bemerkungen“, die ursprünglich sich nur auf einzelne Beobachtungen bezogen und sehr kurz angelegt waren, haben im Laufe der Zeit ungebührlichen Umfang erreicht. Auch bin ich mir wohl bewusst, dass dadurch die Uebersichtlichkeit und die Form der Darstellung vielfach gelitten hat. Dennoch möchte ich jetzt nicht viel davon streichen, da ich einerseits noch nicht im Stande bin, selbst etwas Fertiges und Abgeschlossenes zu geben, und es andererseits gerade meine Absicht war, zu zeigen, wie weit Anatomen und Gynäkologen noch von einer genügenden Kenntniss und Darstellung der behandelten anatomischen Lageverhältnisse entfernt sind. Sollte mir dieses einigermaassen gelungen sein, oder sollte ich, wie ich es hoffe, zur Klärung streitiger Punkte etwas beigetragen haben, so wäre ich zufrieden. Eine einfache und ansprechendere

---

1) Ich kann nicht unterlassen, auf die bedeutende Lücke aufmerksam zu machen, die sich betreffs der Lage der Eierstöcke noch heutigen Tages in der Anatomie vorfindet. Man schlage nur die verschiedenen Lehrbücher nach, und man wird finden, dass dieser Punkt wenn er überhaupt nicht ganz übergangen wird, mit wenigen, oft Nichts sagenden Worten abgehandelt wird. Die Vorstellung, die man daraus gewinnen könnte, als ob die Eierstöcke an der vordern durch die breiten Mutterbänder gebildeten Wand der excav. recto-uterina lägen, ist mindestens für gewöhnlich falsch. Für viele Fälle scheint Claudius Recht zu haben, wenn er eine seichte Grube in dem subserösen Zellgewebe seitlich im Becken als den ihnen bestimmten Ort beschreibt. Doch dürften diese Organe manchen Lageveränderungen auch innerhalb der Norm unterworfen sein. — Auch in der gynäkologischen Literatur (z. B. Beigel S. 65) schenkt man diesem Punkte keine Aufmerksamkeit. In den Abbildungen Beigel's (a. a. O. Fig. 50) haben die Ovarien eine absichtliche Lagerung erhalten. (Weshalb sind auf diesen 3 zusammengehörigen Abbildungen dieselben Theile stets verschieden numerirt?) — Vermöge der Untersuchung per rectum dürfte die Frage nach der Lage der Ovarien bald zu lösen sein.

Darstellung des Themas bedarf, wie gesagt, noch weit gründlicherer Untersuchungen und muss somit einer späteren Zeit, oder auch wohl anderen durch reicheres Material unterstützten Anatomen überlassen bleiben.

Kiel, im December 1874.

Erklärung der Abbildungen.

Die Figuren I. und II. sind beide nach Art der Kohlrausch'schen Darstellung aus Mediandurchschnitten in Spiritus erhärteter Präparate gewonnen. Es wurden gerade diese dargestellt, weil bei ihnen der Uterus sich nicht in der von Claudius angegebenen Lage befindet.

Figur III. ist der Medianschnitt einer gefrorenen Leiche.

pl. D. bezeichnet den Verlauf der plicae Douglasii.

l. l. giebt die Anheftungsstelle des breiten Mutterbandes an der Seite des Beckens an.

Von den mit l. t. bezeichneten drei * bezeichnet der hinterste die Anheftungsstelle des lig. teres am Uterus, der vorderste den medialen Rand des Bauchringes des Leistenkanals, der in Klammer befindliche endlich den Punkt, den man etwa als vorderen Wirkungspunkt des genannten Bandes ansehen kann.

Die Ausdehnung der Beckenfascie vor und hinter der Scheide ist auf allen drei Abbildungen angegeben.

Die chemische Ursache der Umsetzung der Stärke in Zucker, des Zuckers in Alkohol, und des Alkohols in Essig- bis in Kohlensäure, bei Anwesenheit von Pilzorganismen.

Ermittelt von

J. P. Dahlem,

Apotheker in Trier.

Nachdem von Mitscherlich, Schlossberger und Anderen die Aschenbestandtheile, von Rees die Morphologie und botanische Classification, von Ad. Mayer die Ernährungsverhältnisse durch mineralische und stickstoffhaltige Stoffe, und von Pasteur die Temperatur-Beeinflussung des Alkohol-Gährungspilzes festgestellt sind, bleibt die chemische Ursache für die Zersetzung des Zuckers im Innern desselben noch festzustellen.

Pasteur sagt zwar schon: „Der Pilz muss, wenn er vegetirt, Sauerstoff aufnehmen. Wird ihm dieser reichlich durch die Luft zugeführt, so nimmt er ihn aus dieser auf, unter üppiger Vegetation und Verbrennung des Substrats; findet er ihn nicht frei und in der Luft, so entzieht er ihn den Verbindungen, aus welchen das Substrat selber besteht, und giebt hierdurch zur weiteren Spaltung dieser Verbindungen den Anstoss [1]).“ Erwähnen muss ich ferner, dass Pasteur wie Boussin-

---

1) Compt. rendus de l'acad. des sc. 1863, Déc. p. 936.

gault im Moste rother wie weisser Trauben nie freies Sauerstoffgas gefunden hat, sondern nur Stickstoff und Kohlensäure, und dazu bemerkt, dass der atmosphärische Sauerstoff sich mit den im Moste vorhandenen oxydirbaren Körpern im Verhältniss seiner Auflösung in dieser Flüssigkeit verbindet.

Ich beschränke mich darauf zu constatiren, dass der sonst verdienstvolle Forscher mit einer erstaunlichen Leichtfertigkeit hier einerseits die Verfolgung des Sauerstoffs unter geschickter Verdeckung durch eine plausible Phrase aufgiebt, und denselben andererseits den Verbindungen, aus denen das Vegetations-Substrat des Gährungspilzes besteht, gewaltsam zur Erklärung der vor sich gehenden Spaltung entzieht, ohne dafür irgend einen Beweis zu liefern!

Dass aller atmosphärische Sauerstoff, der sich in einer gährungsfähigen Flüssigkeit befindet, von dem Protoplasma der Gährungspilze angesaugt und verdichtet wird, und nun sofort das im Innern vorhandene Wasser in Wasserstoffdioxyd verwandelt, worauf dies die Umsetzungen vollzieht;

sowie, dass das Protoplasma der Gährungspilze diese Ansaugung auch auf andere Stoffe, wie Mangan und Jod, ausübt;

und dass diese Ansaugung sowohl wie die Diffusibilität und Osmose in dem Maasse abnehmen, als sich die Hüllmembran dieser Organismen verdickt, — werde ich später beweisen.

Dass den Umsetzungen, welche wir von den Schizomyceten kennen, eine gleiche chemische Ursache zu Grunde liegt, dafür kann ich, wegen der Kleinheit derselben, einen gleichen positiven Beweis nicht erbringen, sondern muss mich darauf beschränken, der analogen Wirkung von ihnen eine analoge Ursache zu unterstellen. Hiefür steht mir jedoch eine geistreiche Deduction von de Bary, dem hochgeschätzten Pionier im Reiche der Pilze, zur Seite, wozu er gelegentlich der Definirung der Verwesung gelangt. Er sagt nämlich: „Die Verwesung tritt ein, wenn ein Schimmelpilz auf der freien Oberfläche seines Substrats und unter unbeschränktem Zutritt sauer-

stoffhaltiger Luft vegetirt. Unter Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft wird die organische Substanz des Substrats in Kohlensäure, Wasser und Ammoniak verwandelt. Kohlensäure und Wasser resultiren aus der Verbindung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs der stickstofffreien Substanz in dem Substrat mit dem aufgenommenen Sauerstoff, oder, wie der übliche Ausdruck hierfür lautet, aus einer Oxydation, einer Verbrennung derselben. Letztere findet nicht oder doch nur äusserst langsam statt, wenn ceteris paribus Sauerstoff in ausreichender Menge vorhanden, aber die Pilzvegetation ferngehalten ist. Hieraus folgt, dass letztere den Sauerstoff aus der umgebenden Luft aufnimmt, und auf eine noch näher zu ermittelnde Weise an die Verbindungen des Substrats überträgt.[1])"

Sowohl zur Unterstützung und Ergänzung, als zur übersichtlichen und vollständigen Veranschaulichung meiner Behauptungen, erlaube ich mir die Formeln für diese Vorgänge vorauszuschicken.

Unter Berücksichtigung der Thatsache, dass alle Proteïnsubstanzen, wie sie sich in den Pflanzen vorfinden, durch Guajac-Tinctur die Ozon-Reaction liefern, und dass ein Malz-Auszug, in dem noch keine Gährungspilze, wohl aber Kokken sind, diese auch zeigt, wohingegen sie bei Anwesenheit der ersteren unterbleibt, stellen sich die betreffenden Formeln folgendermaassen dar:

$$\underset{\text{(Stärke)}}{2\,(C_6\,H_{10}\,O_5)} + H_2\,O_2 + O_3 =$$

$$\underset{\text{(Dextrin)}}{C_6\,H_{10}\,O_5} + \underset{\text{(Zucker)}}{C_6\,H_{12}\,O_6} + 2\,O_2;$$

$$\underset{\text{(Dextrin)}}{C_6\,H_{10}\,O_5} + H_2\,O_2 + O_3 = \underset{\text{(Zucker)}}{C_6\,H_{12}\,O_6} + 2\,O_2;$$

$$\underset{\text{(Rohrzucker)}}{C_{12}\,H_{22}\,O_{11}} + H_2\,O_2 = \underset{\text{(Invertzucker)}}{C_{12}\,H_{24}\,O_{12}} + O;$$

---

1) Ueber Schimmel und Hefe von A. de Bary; Samml. gem. wiss. Vortr. Berlin 1873, S. 62.

$$C_6 H_{12} O_6 + H_2 O_2 = (C_4 H_{12} O_2 + C_2 O_4 + H_2 O) + O.$$
(Traubenzucker) (2 Mol. Alkohol) (2 M. Kohlens.)

$$C_2 H_6 O + H_2 O_2 + O = C_2 H_2 O_3 + 2 H_2 O;$$
(Alkohol) (Essigsäure)

$$C_2 H_4 O_2 + H_2 O_2 + O = C_2 H_2 O_3 + 2 H_2 O;$$
(Essigsäure)

$$C_2 H_2 O_3 + H_2 O_2 + O = C_2 O_4 + 2 H_2 O;$$
(2 M. Kohlens.)

bei nicht überschüssigem Sauerstoff:

$$C_2 H_6 O + H_2 O_2 = C_2 H_4 O + 2 H_2 O;$$
(Alkohol) (Aldehyd)

$$C_2 H_4 O + H_2 O_2 = C_2 H_4 O_2 + H_2 O;$$
(Aldehyd) (Essigsäure)

$$C_2 H_4 O_2 + H_2 O_2 = C_2 H_4 O_3 + H_2 O;$$
(Essigsäure)

$$C_2 H_4 O_3 + H_2 O_2 = C_2 O_4 + H + H_2 O.$$
(2 M. Kohlens.) (Wasserstoff)
(sogen. Versieden)

Wir sehen, alle Umsetzungen von der Stärke bis zur Kohlensäure stellen sich ohne Zwang so dar, wie wir deren Verlauf kennen. Dies drängt uns gleichzeitig die Ueberzeugung auf, dass die Umsetzungen der Cellulose, des Tannin u. s. w. sich analog vollziehen. Die Stärke und das Dextrin werden höher hydratisirt, wie wir dies mit Schwefelsäure bewerkstelligen können; der Zerfall des Traubenzuckers in Alkohol, Kohlensäure, Wasser und Sauerstoff erleichtert mit Zuhülfenahme der Wärme, welche bei der sich erneuernden Bildung von Wasserstoffdioxyd frei wird, die Erklärung der Bildung der übrigen Gährprodukte, wie Glycerin, Bernsteinsäure u. s. w.; der bei der Reduction des Wasserstoffdioxyds stets frei werdende Sauerstoff erklärt uns den Vorgang der verschlossenen Gährung und überhebt uns, denselben dem Zuckermolecul gewaltsam à la Pasteur zu entreissen; die weitere Umsetzung zu Essigsäure mit oder ohne Zwischenbildung von Aldehyd, wie der schliess-

liche Zerfall zu Kohlensäure und Wasser oder zu Kohlensäure, Wasserstoff und Wasser, vollziehen sich genau so, wie wir sie unter diesen Bedingungen vor sich gehen sehen.

Die Ueberzeugung von dem Vorhandensein des Wasserstoffdioxyds erhält man durch Vermischen einer nicht zu grossen Menge von Chamäleon-Lösung (0·4—0·5 K $\overset{\cdots}{\text{Mn}}$ per Litre) mit in ein wenig Wasser vertheilter, möglichst reiner und frischer Hefe; es ist gleich, ob aus Sacharomyces cerevisiae oder S. ellipsoideus bestehend. Nach einigem Schütteln und kurzer Zeit entfärbt sich das Gemisch, und der Gährungspilz setzt sich bei ruhigem Stehen bald, und zwar ebenfalls ungefärbt zu Boden. Betrachtet man denselben unter dem Mikroskop (*Hartnak*, Syst. 9, Oc. IV.), so ist keine auffällige Aenderung wahrnehmbar.

Diese höchst merkwürdige Erscheinung, dass sich weder auf der Zellenmembran, noch im Innern Manganoxyd aus der Chamäleon-Lösung abscheidet, beweist nicht blos das Vorhandensein von Wasserstoffdioxyd im Innern des Gährungspilzes, sondern es beweist auch, dass dasselbe durch Exosmose seine Wirkung nach Aussen bethätigt. *Denn nur von Wasserstoffdioxyd wissen wir, dass es Uebermangansäure zu farblosem Manganoxydul reducirt, und zwar unter Entwicklung von freiem passivem Sauerstoff, wohingegen dieselbe von allen organischen Gebilden, und sogar von Ozon zu braunem Manganoxyd reducirt wird.* Zur Beseitigung jeglichen Zweifels, ob dieser Zersetzungsprocess zwischen Wasserstoffdioxyd und Uebermangansäure sich im Innern der Hefezelle wirklich so vollzogen hat, hat man blos nöthig, der mit Chamäleon-Lösung behandelten Hefe unter dem Deckgläschen einen Tropfen jodirter Jodkalium-Lösung (0·18 K J + 0·06 J + 30·0 Aq.) zuzuführen, wodurch man bei vorerwähnter Vergrösserung sich ein röthliches Pulver, das nur jodsaures Manganoxydul sein kann, ausscheiden und das Protoplasma, von gleichzeitig gebildetem Manganjodür, grünlich färben sieht. Bringt man dagegen zu reiner, nicht mit Chamäleon-Lösung behandelter Hefe in derselben Weise solche jodirte Jodkalium-Lösung, so scheidet sich nichts aus und das Protoplasma nimmt blos die braunrothe Farbe der letzteren an.

Dass das Protoplasma des Gährungspilzes, ausser dem atmosphärischen Sauerstoff und dem Mangan, wie oben bewiesen, auch das Jod ansaugt und fixirt, davon kann man sich leicht durch Vermischen von reiner frischer Hefe mit Jodwasser oder jodirter Jodkalium-Lösung überzeugen. Der lebende Gährungspilz incorporirt das Jod daraus, wenn nicht im Uebermaass vorhanden, vollständig, und zwar, ohne dass die Zellmembran davon tingirt wird.[1])

Die bekannten Reactionserscheinungen der Uebermangansäure und des Jod mit Cellulose stellen sich jedoch bei dem Gährungspilze in dem Maasse ein, als dessen Hüllmembran sich in Folge Alters verdickt hat, so dass wir uns mit Hülfe dieser Reagentien, namentlich des übermangansauren Kali, im Voraus über die Leistungsfähigkeit einer Hefe unterrichten können.

Der erbrachte Aufschluss über die chemische Ursache der Zersetzung des Zuckers im Innern des Alkohol-Gährungspilzes wird die Richtigkeit der gegebenen Formeln für die anderen Vorgänge nicht bezweifeln lassen und es gleichzeitig auch ausser Frage stellen, dass nicht sogenannte „specifische Fermente“ diese Umsetzungen bewerkstelligen.

Gestützt darauf, hoffe ich hiermit die Wissenschaft für immer von den zur Verdeckung unseres Nichtwissens erfundenen mystischen Namen: Contact-Wirkung, katalytische Kraft, vitale Thätigkeit, Ferment — zu befreien.

Trier, den 1. September 1874.

---

1) De Bary hat letzteres Verhalten, soviel ich glaube, zuerst wahrgenommen und es für eine besondere Eigenschaft der Pilzcellulose gehalten.

Beiträge zur Physiologie.

Von

Dr. Dönhoff.

I. Vegetationsabänderung durch Mangel an Nahrung.

Die Arbeitsbiene unterscheidet sich von der Königin durch folgende Eigenschaften. Sie ist kleiner, hat stärkere Kiefer, einen längeren Rüssel, nach v. Siebold und Anderen viel entwickeltere Speicheldrüsen, sie hat ein Bürstchen und ein Körbchen an den Hinterbeinen, Wachsorgane, einen kleineren Eierstock, keine Samentasche; der Stachel ist gerade, während er bei der Königin gekrümmt ist. Die Triebe sind ganz andere. Die Arbeitsbiene entsteht aus einer weiblichen Made, welche in den drei ersten Lebenstagen Futterbrei, in den späteren Tagen des Larvenlebens Blumenstaub zur Nahrung bekommt; die Königin entsteht aus einer weiblichen Made, welche sich während des ganzen Larvenlebens von Futterbrei nährt. Der Futterbrei ist eine im Chylusmagen der Arbeitsbiene aus Pollen ausgezogene und halb verdaute eiweissartige Masse. Die Bienenmade muss den Pollen selbst verdauen, die königliche Made erhält ihn verdaut, und ohne Hülsen, und zwar so reichlich, dass sie in der Zelle förmlich auf demselben schwimmt. Die Folge davon ist, dass in's Blut der königlichen Made in den letzten Tagen viel mehr Nahrungsstoff übergeht als in dasjenige der Bienenmade. Wie viel Futterbrei täglich in's Blut übergehen kann, sieht man an der Königin, welche keinen Blumen-

staub frisst, sondern auch mit Futterbrei gefüttert wird, und welche dadurch befähigt wird, im Sommer Tag für Tag 2000 Eier zu legen. Dass das Blut der königlichen Made in den letzten Lebenstagen mehr Nahrungsstoff bekommt, als das Blut der Bienenmade, folgt auch daraus, dass erstere am sechsten Lebenstage viel grösser und schwerer geworden ist als letztere. Dieselbe Made wird also, wenn sie beständig ein schon verdautes Kraftfutter bekommt, eine Königin, wenn sie in den letzten Tagen ein weniger nahrhaftes und noch unverdautes Futter erhält, eine Arbeitsbiene. Während sonst in der Thierwelt geringere Nahrungsaufnahme nur die Vegetation verlangsamt, ändert sie hier dieselbe vollständig um, so dass Organe und Instinct ganz andere werden. Ein interessantes Seitenstück zu dieser Metamorphose findet in der Pflanzenwelt statt.

Christian Wolff hat bekanntlich den Satz aufgestellt, dass alle Blüthenbildung auf Mangel an Zufuhr von Nahrungsstoff beruhe. Wenn es sich auch nicht beweisen lässt, dass, wenn an einem Zweige Blüthenknospen sich bilden, diesen weniger Säfte zufliessen, als den Stellen, wo Blattknospen sich bilden, so giebt es doch eine Menge von Thatsachen, welche auf das Ueberzeugendste darthun, dass bei geringerem Säftezufluss Blüthen oder Blüthenzweige da zum Vorschein kommen, wo sonst Blätter oder Blattzweige sich entwickeln. Die Thatsachen, die ich selbst beobachtet habe, sind folgende:

An einem halb durchgebrochenen Zweig kommen mehr Blüthen zum Vorschein als an einem unverletzten. Ein zu üppig wachsender Baum trägt keine Blüthen; will man nicht warten bis das üppige Wachsthum in Folge des Alters nachlässt, so haut man wohl einige grosse Wurzeläste ab, treibt Pflöcke durch den Stamm, schneidet einen Ring Rinde, den, sogenannten pomologischen Zauberring an den Zweigen fort oder dreht einen Eisendrath fest um einen Zweig. Biegt man Zweige an Spalieren gewaltsam nach unten und bindet sie fest, oder drückt man an Hochstämmen sie durch aufgelegte Steine nach unten, so blühen Bäume, die sonst nicht blühen wollen. Durch das gewaltsame Umbiegen werden die Zellen und Gefässe an der concaven Seite der Zweige zusammengepresst,

an der convexen Seite ausgedehnt. Schneidet man an Spalieren die Zweige bis auf zwei Augen zurück, so verhindert man die Blüthenbildung zuweilen fast ganz, während wenn man sie bis auf sechs Augen zurückschneidet, reichlich Blüthen entstehen. Im ersten Falle entstehen weniger Zweige, und diesen fliesst zu viel Nahrungsstoff zu. Ein wilder Apfelbaum wächst üppiger und wird dicker als ein gepfropfter, aber er bekommt später Blüthen. Je öfter ein Baum gepfropft wird, um so mehr wird der Blüthenansatz begünstigt. Beim Pfropfen wird todtes Holz an der Propfstelle eingeschlossen, auch mag eine Verdickung der Zellenwände eintreten, die den Safttrieb hindert. Pfropft man Birnen auf Quittenstämmchen, oder Aepfel auf Johannisstämmchen, also auf Bäumen, welche sehr klein bleiben und ein schwaches Wurzelwerk haben, so blühen diese Zwergbäumchen schon im zweiten Jahr, während Birnen und Aepfel, die man auf ihresgleichen pfropft, erst nach sechs Jahr blühen. Kränkliche und schwächliche junge Bäume tragen eher Blüthen, als gesunde und freudig wachsende. In der Baumschule des Gutsbesitzers Steinschen bei Orsoy stehen zweitausend sechs bis zehn Jahre alte Obstbäume. Von diesen trugen in diesem Herbst 33, von welchen 24 den Krebs hatten, 5 schwächlich waren; an den übrigen 4 konnte ich nichts Besonderes wahrnehmen. Die Runkelrübe blüht erst im zweiten Jahr, aber vielleicht $^1/_{10}$ Procent ist frühreif, und blüht schon im ersten Jahre. Ein viel grösserer Procentsatz blüht, wenn die jungen Rüben verpflanzt werden. Auf einem Ackerstück waren in diesem Frühjahre auf der einen Hälfte des Stücks in je ein Loch zwei Körner gelegt. Aus den zwei Körnern gingen zwei Pflanzen hervor; nach acht Wochen wurde die Hälfte der Pflanzen ausgezogen, und die übrige Hälfte des Ackerstücks mit ihnen bepflanzt. Im Sommer zählte ich auf der ersten Hälfte 2, auf der letzten Hälfte 23 blühende Runkelrüben. Die Blüthenzweige kamen aus der Mitte und an den Seiten der Rübe hervor, wo bei den nicht blühenden Rüben Blätter hervorsprossten. Durch das Verpflanzen tritt für einige Zeit ein Mangel an Nahrung ein.

Nach dem Mitgetheilten ist es zweifellos, dass die Vegetationsabänderung bei der Biene und bei der Blüthe derselbe

physiologische Process ist, dass sie auf Mangel von Nahrung beruht.

II. Chemische Individualität.

Setzt man eine fremde Bienenkönigin unter einem Drahtgitter in einen Stock, und lässt man sie auch erst nach Wochen frei, so fallen doch die Bienen über sie her, und tödten sie durch Stiche. Bei einem Nachschwarm sind immer mehrere junge Königinnen. Ich schüttelte einen Nachschwarm, der an einem Baum sich gesammelt hatte, in einen Korb, fing sämmtliche Königinnen weg, und sperrte jede für sich in ein Drathhäuschen. Darauf hing ich jedes Häuschen an einen besonderen Baum. Nach 1/4 Stunde merkten die Bienen die Abwesenheit der Königin, sie flogen aus dem Korbe weg, und bald hatte der ganze Schwarm sich um ein Häuschen gesammelt. Von den anderen Königinnen hatten die Bienen keine Notiz genommen, nur einmal sah ich eine Biene über ein Häuschen schnell herüberlaufen und dann wieder hastig abfliegen. Ich nahm nun dasjenige, um welches die Bienen sich gesammelt hatten, in meine rechte Hand, die anderen Häuschen in meine linke Hand. Nach einer halben Stunde hatte ich den ganzen Schwarm von 8000 Bienen an meiner rechten Hand hangen. Ich liess nun die Königin, die in meiner rechten Hand sich befand, in mein Haus bringen, die anderen Häuschen liess ich wieder an verschiedenen Stellen im Garten aufhängen. Nach einer halben Stunde etwa hatte der Schwarm meine Hand verlassen und schwärmte in der Luft umher, und wieder nach einer Viertelstunde zog er, ohne sich um die Königinnen zu kümmern, in seinen Mutterstock zurück.

Ein anderes Mal zeichnete ich, als eine junge Königin ausgekrochen war und mehrere andere schon flügge in den Zellen sassen, erstere mit Lack; als der Schwarm ausgezogen war, und ich den oben beschriebenen Versuch mit den Königinnen wiederholte, sammelte er sich um die Lackkönigin. Der ersten Königin, welche die Zelle verlässt, hangen die Bienen an. Da die Bienen die Königin in meiner zugeschlossenen Hand nicht sehen konnten, so konnten sie dieselbe nur durch

den Geruch wahrnehmen, und da sie sich nur um die eine sammelten, so folgt, dass jede Königin einen anderen Geruch von sich abgiebt.

Bekanntlich behaupten die Jäger, dass die Hunde die Spur ihres Herrn riechen. Um hierüber zur Gewissheit zu gelangen, habe ich eine Menge von Versuchen gemacht. In vielen Bauernfamilien hiesiger Gegend ist ein Mitglied zugleich Jäger. Ich liess den Jäger in der Stube in Gegenwart des Hundes die Jagdtasche sich umhangen und das Gewehr in die Hand nehmen. Dann ging er heraus, während der Hund zurückgehalten wurde. Als er Gewehr und Tasche an einen bestimmten Ort, sich selbst an einen anderen Ort, und ein anderer Mann aus dem Hause sich an einen dritten Ort versteckt hatte, wurde die Stubenthür geöffnet. Der Hund stürzt heraus, und während er läuft, schnüffelt er beständig über den Boden. Nur bei zwei Hunden habe ich entschieden constatiren können, dass sie der Spur des Herrn folgten. Die anderen Hunde liefen hin und her; so wie sie in die Nähe des Verstecks ihres Herrn kamen, wenn sie auch weit von der Spur ab sich befanden, hoben sie plötzlich die Nase in die Höhe, und liefen schnell in gerader Richtung auf ihn zu, mochte sich nun dieser hinter einem Heuschober, in einer fremden Scheune, oder sonst wo versteckt haben. Ja sie haben eine so bestimmte Witterung der Richtung, dass zwei Hunde in eine fremde Scheune liefen und, ohne einen Augenblick zu zaudern, die Treppe des Heubodens hinaufklommen, auf dem der Herr sich versteckt hatte. Die Stärke der Witterung hängt sehr von der Windrichtung ab. Wehte der Wind vom Versteck dem Hunde zu, so sah ich, dass sie ihren Herrn auf 150 Schritt Entfernung witterten. Was aber die Hauptsache ist: in 27 Versuchen mit 12 verschiedenen Hunden ging nie ein Hund auf die Jagdtasche oder auf das Versteck des anderen Mannes zu, selbst wenn er in unmittelbarster Nähe war. Es folgt hieraus, dass jeder Mensch einen anderen Geruch von sich giebt. Wahrscheinlich ist das quantitative Verhältniss der verschiedenen von der Haut abgesonderten Riechstoffe ein verschiedenes, wie denn ja auch die procentische Zusammensetzung der Milch bei verschiedenen Individuen einer Rindvieh-

race sehr differirt. Die beiden Hausbewohner, die sich versteckten, genossen dieselbe Nahrung; das Material für die Riechstoffe war also dasselbe. Die Verschiedenheit der Absonderungen kann wohl nur darin ihren Grund haben, dass die secernirenden Hautdrüsen verschieden organisirt sind. Auffallender als die chemische Verschiedenheit der Menschen ist die der Bienen. Diese Thiere gleichen sich wie ein Ei dem anderen, und doch scheint jedes Individuum ein chemisches Unicum zu sein.

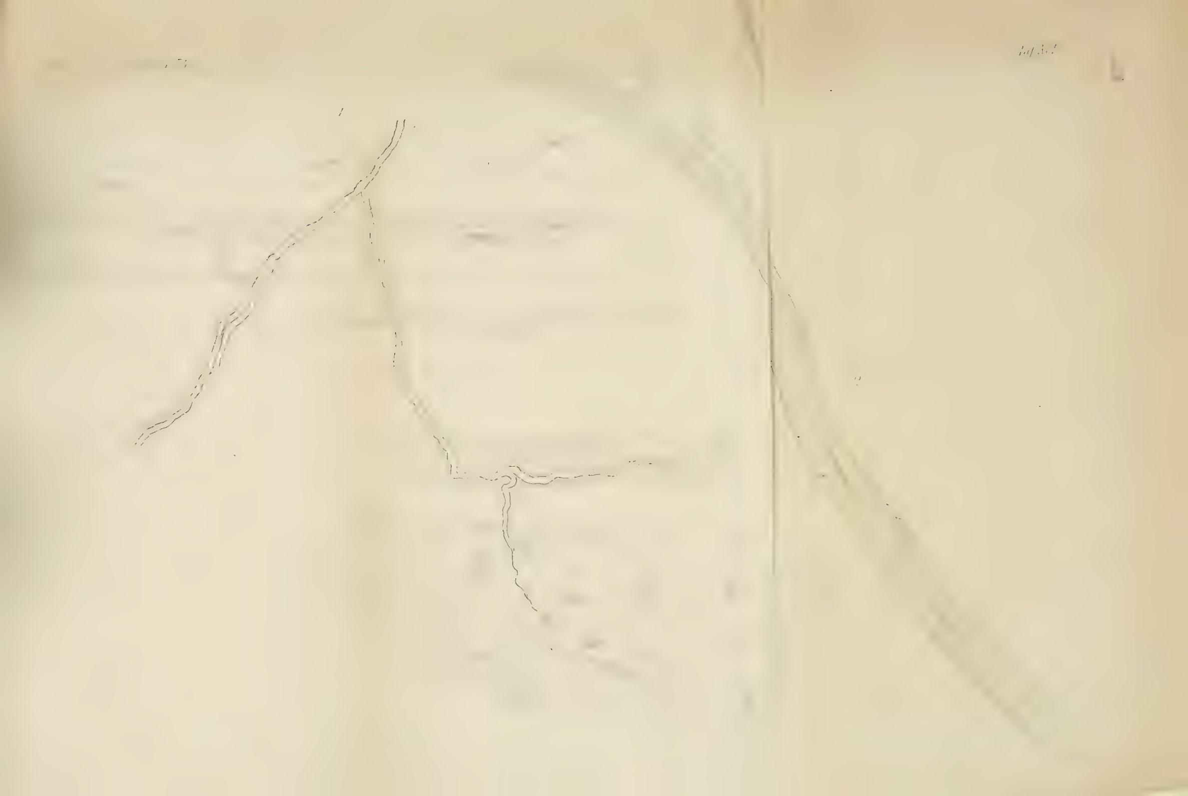
Berichtigung zu den geschichtlichen Untersuchungen über die Gl. utriculares.

Von

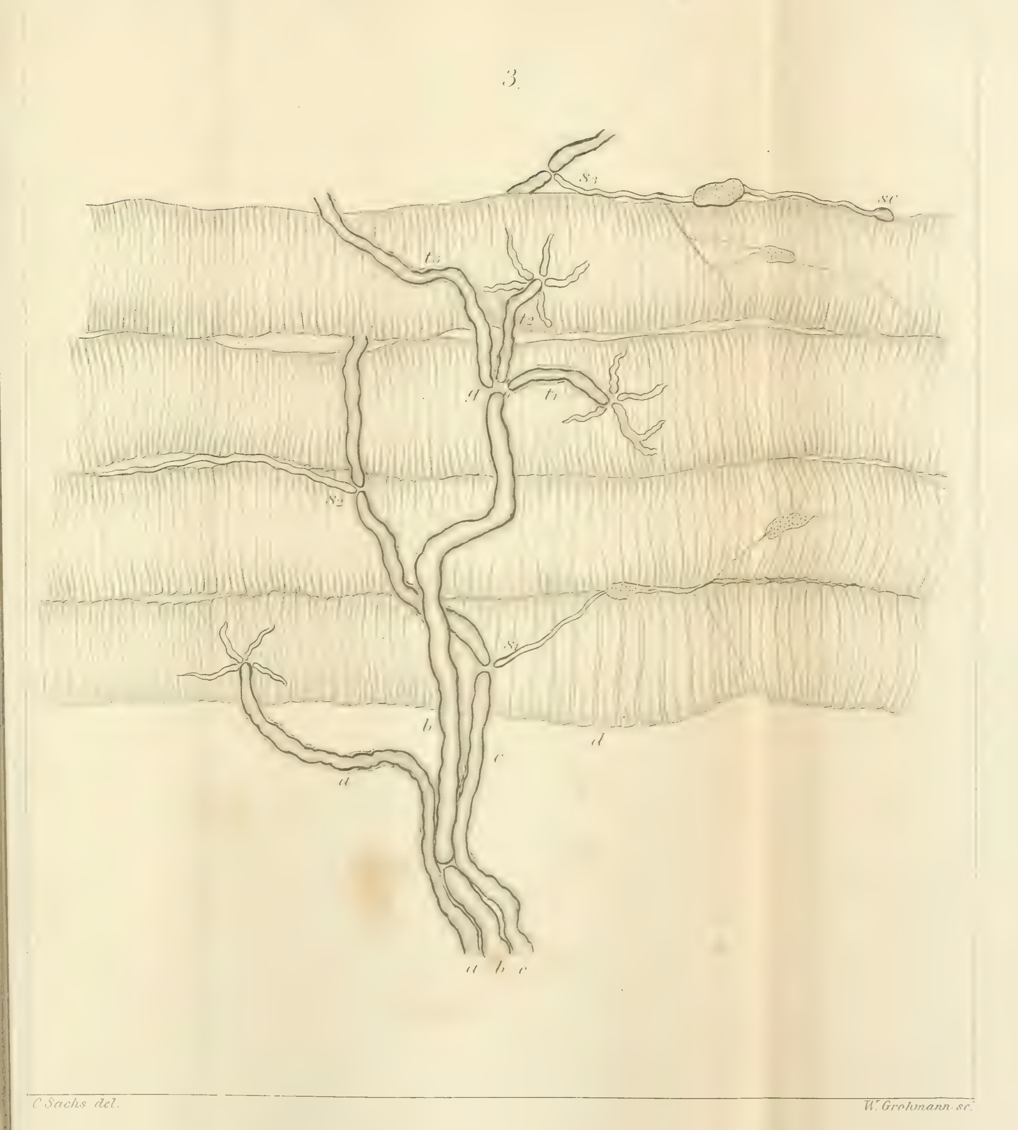
Dr. Haussmann.

In den vor Kurzem in dieser Zeitschrift (S. oben S. 234) veröffentlichten geschichtlichen Untersuchungen über die glandulae utriculares habe ich (S. 255) die Auffassung William Hunter's über die decidua vera nach dem von ihm hinterlassenen und von Matthew Baillie herausgegebenen Commentar (William Hunter's anatomische Beschreibung des schwangeren menschlichen Uterus. Aus dem Englischen von L. F. Froriep, Weimar 1802) mitgetheilt; nun hat aber, wie ich durch Herrn Prof. Spiegelberg gütigst benachrichtigt worden bin, Matthew Duncan (Researches in Obstetrics. Edinburgh 1868, S. 222) nachgewiesen, dass die von mir angezogene Schrift von dem Herausgeber nach den Ansichten von John Hunter, eines Bruders von William Hunter, mehrfach verändert worden ist. Da nun in dem von dem Letzteren selbst herausgegebenen Tafelwerke (The anatomy of the human gravid uterus exhibited in figures. Birmingham 1774) zwar die Lage und die Verbindung der decidua vera mit der Gebärmutter richtig wiedergegeben, ihr Ursprung und ihre Deutung indess, wie ich auch jetzt noch gegenüber Matthew Duncan bemerken muss, durch keine einzige unzweideutige Erklärung festgestellt ist, so fällt der gegen William Hunter gerichtete Vorwurf auf John Hunter zurück, es werden aber meine übrigen Angaben über den Ersteren nicht erschüttert.

Druck von Gebr. Unger (Th. Grimm) in Berlin, Schönebergerstr. 17a.







C. Sachs del. W. Grohmann sc.

